

TESIS DOCTORAL INTERNACIONAL

International PhD Thesis

**ACTIVIDAD FÍSICA, DIABETES, OBESIDAD Y RIESGO
CARDIOMETABÓLICO EN CHILE**
*PHYSICAL ACTIVITY, DIABETES, OBESITY AND
CARDIOMETABOLIC RISK IN CHILE*



DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA, DEPORTE Y MOTRICIDAD HUMANA

KABIR PREM SADARANGANI KHIANEY

TESIS DOCTORAL DIRIGIDA POR:

DAVID MARTÍNEZ GÓMEZ

*“The greatest challenge to any thinker
is stating the problem in a way
that will allow a solution”*

Bertrand Russell

AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGEMENTS

Quisiera agradecer a cada persona que hizo posible la realización y culminación del doctorado:

A mis padres por haberme enseñado la importancia del trabajo y de la constancia, viendo cada día sus esfuerzos para entregarnos lo mejor a sus hijos. También, a mi hermano, ya que gracias a su visión logré salir de mi zona de confort en busca de nuevos desafíos y aprendizajes, encontrando en la investigación lo que nunca hallé en la práctica clínica.

A David, más que mi tutor, mi amigo. Aún recuerdo ese viaje por Reino Unido y España en busca de la universidad para mi doctorado. De todas las reuniones que sostuve, fuiste el único que averiguaste quién era yo, y el único que practicaba lo que predicaba, ya que, si mal no recuerdas, nuestra reunión fue de modo activa, recorriendo el campus. Gracias por compartir tu sabiduría, experiencia y cariño en cada visita a Madrid.

A Manos y a Mark, por haberme introducido en el mundillo de la investigación.

A mis colegas en Chile, en especial a Astrid, por recordarme siempre que el doctorado era lo más importante y que las otras cosas podían esperar.

A mis compis del despacho, en especial a Borja, Sara y Miguel, sin ustedes aún seguiría intentando acceder al Sygma, o perdido por la universidad buscando los despachos, las salas, los documentos a rellenar etc. Sin duda, lograron hacerme sentir como en casa.

A Juan Luis, por su enorme amabilidad y ayuda en todo momento, aclarando las dudas del programa.

A los profesores del Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana de la Universidad Autónoma de Madrid.

Por último, pero no por ello menos importante, sino todo lo contrario, quisiera agradecer a mi familia, mis razones de sacar este proyecto adelante. A ti Andrea, por ser mi sostén, mi apoyo y por comprender mis ausencias durante este proceso. Porque has sido una súper mamá con nuestra princesa, entregándole mucho amor, dedicación y cuidado. A ti Amirita, mi razón de existir y de ser cada día un mejor padre y persona. ¡Las amo!

ÍNDICE / LIST OF CONTENTS

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGEMENTS | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS / LIST OF TABLES | 9 |
| ÍNDICE DE FIGURAS / LIST OF FIGURES | 10 |
| ABREVIATURAS / ABBREVIATIONS | 11 |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT | 16 |
| LISTA DE PUBLICACIONES | 17 |
| INTRODUCCIÓN | 19 |
| 1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES | 22 |
| 1.1 Transición Demográfica y Epidemiológica | 22 |
| 1.2 Enfermedades No Transmisibles | 22 |
| 1.3 Diabetes Mellitus | 23 |
| 1.3.1 Diabetes Mellitus tipo 1 | 24 |
| 1.3.2 Epidemiología de la Diabetes Mellitus tipo 1 | 24 |
| 1.3.3 Panorama nacional de la Diabetes Mellitus tipo 1 en Chile | 25 |
| 1.3.4 Diabetes Mellitus tipo 2 | 26 |
| 1.3.5 Epidemiología de la Diabetes Mellitus tipo 2 | 27 |
| 1.3.6 Panorama nacional de la Diabetes Mellitus tipo 2 en Chile | 27 |
| 1.3.7 Síntomas de la Diabetes Mellitus | 28 |
| 1.3.8 Criterios diagnósticos de la Diabetes Mellitus | 28 |
| 1.3.9 Costes financieros de la Diabetes Mellitus | 30 |
| 1.3.10 Complicaciones de la Diabetes Mellitus | 31 |
| 1.3.11 Tratamiento farmacológico | 32 |
| 1.3.11.1 Tratamiento farmacológico en la Diabetes Mellitus tipo 1 | 32 |
| 1.3.11.2 Tratamiento farmacológico en la Diabetes Mellitus tipo 2 | 32 |
| 1.4 Síndrome Metabólico | 33 |
| 1.4.1 Epidemiología del Síndrome Metabólico | 34 |
| 1.4.2 Panorama nacional del Síndrome Metabólico en Chile | 34 |
| 1.4.3 Criterios diagnósticos del Síndrome Metabólico | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 1.4.4 Tratamiento farmacológico en el Síndrome Metabólico | 35 |
| 1.5 Sobrepeso y Obesidad | 35 |
| 1.5.1 Epidemiología del Sobrepeso y Obesidad..... | 36 |
| 1.5.2 Panorama nacional del Sobrepeso y Obesidad en Chile | 36 |
| 1.5.3 Criterios diagnósticos del Sobrepeso y Obesidad | 37 |
| 1.6 Respuesta sanitaria en las Enfermedades No Transmisibles | 37 |
| 1.7 Factores de riesgo comportamentales modificables para las Enfermedades No Transmisibles | 39 |
| 1.8 Conceptos de Actividad Física | 39 |
| 1.8.1 Beneficios generales y recomendaciones de la Actividad Física para la salud | 41 |
| 1.8.2 Inactividad Física..... | 44 |
| 1.8.3 Epidemiología de la Inactividad Física | 44 |
| 1.8.4 Prevalencia de la Inactividad Física en Chile | 46 |
| 1.8.5 Costes financieros de la Inactividad Física | 46 |
| 1.9 Concepto de Conducta Sedentaria | 47 |
| 1.9.1 Efectos perjudiciales de la Conducta Sedentaria sobre la salud | 48 |
| 1.9.2 Epidemiología de la Conducta Sedentaria | 50 |
| 1.9.3 Panorama nacional de la Conducta Sedentaria en Chile | 51 |
| 1.10 Efectos del ejercicio físico en la Diabetes Mellitus..... | 51 |
| 1.10.1 Efectos del ejercicio físico en la Diabetes Mellitus tipo 1 | 51 |
| 1.10.2 Efectos del ejercicio físico en la Diabetes Mellitus tipo 2 | 52 |
| 1.11 Efectos del ejercicio físico en el Síndrome Metabólico | 55 |
| 1.12 Efectos del ejercicio físico en el Sobrepeso y Obesidad | 56 |
| 1.12 Relevancia de la tesis..... | 57 |
| 2. OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL..... | 60 |
| 2.1 Objetivos | 60 |
| 3. AIMS OF THIS PhD THESIS..... | 62 |
| 3.1 Aims | 62 |
| 4. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 1 | 64 |
| 4.1 Diseño, población y muestra..... | 64 |
| 4.2 Variables e Instrumentos..... | 65 |
| 4.2.1 Hemoglobina glicosilada | 65 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.2 Actividad física | 65 |
| 4.2.3 Antropometría | 66 |
| 4.2.4 Perfil lipídico e hipertensión | 66 |
| 4.2.5 Sociodemográficas..... | 66 |
| 4.3 Análisis de datos | 67 |
| 4.4 Aspectos éticos | 68 |
| 4.5 Financiación..... | 68 |
| 4.6 Resultados Principales | 68 |
| 4.7 Discusión | 69 |
| 4.8 Declaración de contribución del doctorando por compendio de artículos publicados..... | 73 |
| 5. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 2 | 76 |
| 5.1 Diseño, población y muestra..... | 76 |
| 5.2 Variables e Instrumentos | 79 |
| 5.2.1 Síndrome metabólico | 79 |
| 5.2.2 Actividad física | 79 |
| 5.2.3 Antropometría | 80 |
| 5.2.4 Sociodemográficas..... | 80 |
| 5.3 Análisis de datos | 80 |
| 5.4 Aspectos éticos | 81 |
| 5.5 Financiación..... | 82 |
| 5.6 Resultados Principales | 82 |
| 5.7 Discusión | 84 |
| 5.8 Declaración de contribución del doctorando por compendio de artículos publicados..... | 89 |
| 6. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 3 | 92 |
| 6.1 Diseño, población y muestra..... | 92 |
| 6.2 Variables e Instrumentos | 94 |
| 6.2.1 Antropometría | 94 |
| 6.2.2 Actividad física | 95 |
| 6.2.3 Tiempo de sueño | 95 |
| 6.2.4 Autopercepción de salud | 96 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.5 Hipertensión y Diabetes Mellitus..... | 96 |
| 6.2.6 Sociodemográficas..... | 96 |
| 6.3 Análisis de datos..... | 96 |
| 6.4 Aspectos éticos..... | 98 |
| 6.5 Financiación | 98 |
| 6.6 Resultados principales | 98 |
| 6.7 Discusión | 99 |
| 6.8 Declaración de contribución del doctorando por compendio de artículos publicados..... | 103 |
| 7. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS | 106 |
| 7.1 Artículo 1..... | 106 |
| 7.2 Article 1..... | 106 |
| 7.3 Artículo 2..... | 107 |
| 7.4 Article 2..... | 107 |
| 7.5 Artículo 3..... | 108 |
| 7.6 Article 3..... | 108 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 110 |
| ARTÍCULO 1..... | 137 |
| ARTÍCULO 2..... | 146 |
| ARTÍCULO 3..... | 152 |
| ANEXO 1 | 162 |
| ANEXO 2 | 164 |
| ANEXO 3 | 167 |
| ANEXO 4 | 170 |
| ANTECEDENTES PERSONALES (CURRÍCULUM VITAE) | 176 |

ÍNDICE DE TABLAS / LIST OF TABLES

| | |
|--|----|
| TABLA 1 | |
| Criterios diagnósticos para la Diabetes Mellitus..... | 29 |
| TABLA 2 | |
| Criterios para el diagnóstico clínico del Síndrome Metabólico..... | 35 |
| TABLA 3 | |
| Recomendaciones de actividad física para los distintos grupos etáreos..... | 43 |
| TABLA 4 | |
| Prevalencia de inactividad física en adultos..... | 45 |
| TABLA 5 | |
| Prevalencia de inactividad física en adolescentes..... | 46 |
| TABLA 6 | |
| Recomendaciones de actividad física según niveles de evidencia para población diabética..... | 55 |

ÍNDICE DE FIGURAS / LIST OF FIGURES

FIGURA 1

Temporalidad en la aparición de Diabetes Mellitus tipo 2.....27

FIGURA 2

Efectos protectores de la actividad física en las enfermedades no transmisibles y supuestos mecanismos biológicos para la salud.....42

FIGURA 3

Ilustración del modelo conceptual final de la terminología basada en movimiento organizado en un período de 24 horas49

FIGURA 4

Esquema de los efectos de la conducta sedentaria sobre los factores de riesgo cardiovasculares.....50

FIGURA 5

Esquema de contacto con participantes de la Encuesta Nacional de la Salud 2009.....78

FIGURA 6

Prevalencia de transporte activo y Síndrome Metabólico según regiones en Chile.....83

ABREVIATURAS / ABBREVIATIONS

| | |
|---------|--|
| IMC | Índice de Masa Corporal |
| ENT | Enfermedades No Transmisibles |
| AF | Actividad Física |
| DM | Diabetes Mellitus |
| SM | Síndrome Metabólico |
| ECV | Enfermedades Cardiovasculares |
| β | Beta |
| IDF | International Diabetes Federation |
| NEDU | Nivel Educacional |
| HbA1c | Hemoglobina Glicosilada |
| ADA | American Diabetes Association |
| TGD | Triglicéridos |
| HDL | Lipoproteínas Alta Densidad |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| GPAQ | Global Physical Activity Questionnaire |
| CS | Conducta Sedentaria |
| IC | Intervalo de Confianza |
| PC | Perímetro de Cintura |
| LDL | Lipoproteínas Baja Densidad |
| cm | Centímetros |
| kg | Kilos |
| min | Minutos |
| mt | Metros |
| sem | Semana |
| hr | Horas |

RESUMEN

RESUMEN

El aumento en la esperanza de vida debido a la disminución en las tasas de mortalidad trae consigo un envejecimiento poblacional. Estos cambios demográficos, junto con la acumulación de estilos de vida poco saludables, están indisolublemente vinculados con un aumento de las enfermedades no transmisibles, principales responsables de la mortalidad a nivel mundial. Dentro de las enfermedades no transmisibles, las cardiovasculares son las que lideran el ranking, seguidas por los cánceres y enfermedades respiratorias. Sin embargo, todas las enfermedades no transmisibles, convergen en que la inactividad física, una glicemia elevada y el sobrepeso u obesidad, entre otras, son responsables del aumento de estas enfermedades, independiente del nivel socioeconómico del país. Los objetivos propuestos para esta tesis doctoral fueron: (i) examinar la asociación entre los niveles de actividad física y el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus de dos hospitales públicos en Chile (artículo 1), (ii) examinar la asociación entre transporte activo y síndrome metabólico, y sus componentes en una muestra representativa nacional de adultos chilenos (artículo 2) y (iii) examinar las asociaciones y las reasignaciones teóricas de la conducta sedentaria y los contextos de actividad física con los indicadores de obesidad en una muestra representativa nacional de adultos chilenos (artículo 3). Estas investigaciones fueron llevadas a cabo en dos hospitales públicos con pacientes diabéticos tipo 1 (n=101) y tipo 2 (n=100) o utilizando datos de los participantes de la 2ª Encuesta Nacional de Salud Chilena 2009-2010 (n=5412). Los niveles de actividad física y conducta sedentaria fueron medidos por auto-reporte con el Cuestionario Global de Actividad Física. El control metabólico fue examinado con la hemoglobina glicosilada, mientras que el colesterol, las lipoproteínas de baja densidad, las lipoproteínas alta densidad y los triglicéridos a través de métodos enzimáticos estandarizados. Por último, la composición corporal se evaluó mediante el índice de masa corporal y perímetro de cintura. Los principales resultados de esta tesis doctoral sugieren que: (i) la actividad física en tiempo libre se asocia con un mejor control metabólico; (ii) la actividad física de desplazamiento se asocia negativamente con el síndrome metabólico, los triglicéridos y el perímetro de cintura; (iii) la reasignación de tiempo en conducta sedentaria por actividad física en tiempo libre o de desplazamiento se asoció inversamente con los indicadores de obesidad.

Los resultados de la presente tesis doctoral ponen de manifiesto que la promoción de la actividad física puede ser una estrategia coste-efectiva para la prevención y tratamiento de las enfermedades cardiometabólicas.

ABSTRACT

ABSTRACT

Increase in life expectancy due to lower mortality rates brings along population ageing. These demographic changes summed with the accumulation of unhealthy lifestyles, are inextricably linked to an increase in non-communicable diseases, responsible for the majority of deaths worldwide. Among non-communicable diseases, cardiovascular diseases are the foremost prevalent, followed by cancers and respiratory diseases. However, all non-communicable diseases agree that physical inactivity, elevated blood glucose, overweight and obesity, among others, are responsible for the increase of these diseases, independent of the socioeconomic status of the country. The proposed aims for this doctoral thesis were: (i) to examine the association between leisure time physical activity and metabolic control, in adults with diabetes mellitus from two public hospitals in Chile (article 1), (ii) to examine the association between travel physical activity and prevalence of metabolic syndrome and its components in a national representative sample of Chilean adults (article 2), (iii) to examine independent associations and theoretical reallocations of sedentary behavior and physical activity domains with obesity indicators in a nationally representative sample from Chile (article 3). One of the studies was conducted in two public hospitals with diabetics type 1 (n=101) and type 2 (n=100), while the others analyzed data from the 2009-2010 Chilean National Health Survey (n=5412). Physical activity levels and sedentary behavior were measured with the Global Physical Activity Questionnaire. Metabolic control was assessed with glycated hemoglobin, while cholesterol, low-density lipoproteins, high-density lipoproteins and triglycerides with standardized enzymatic procedures. Lastly, body composition was measured with body mass index and waist circumference. Main results of this thesis suggest: (i) leisure time physical activity associates with a better metabolic control; (ii) active travel inversely associates with metabolic syndrome, triglycerides and waist circumference; (iii) theoretical reallocation of sedentary behavior with leisure time physical activity or active travel inversely associates with obesity indicators.

The findings from the present doctoral thesis highlights that physical activity promotion could be a cost-effective strategy for the prevention and treatment of cardiometabolic diseases.

LISTA DE PUBLICACIONES

La presente tesis doctoral está basada en las siguientes publicaciones:

1. **Sadarangani KP**, Von Oettinger A, Soto Isla N, Martínez-Gómez D. Leisure time physical activity is associated with better metabolic control in adults with type 1 and type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study from two public hospitals in Chile. **Primary Care Diabetes** (in Press doi: 10.1016/j.pcd.2019.01.009)
2. **Sadarangani KP**, Von Oettinger A, Cristi-Montero C, Cortínez-O’Ryan A, Aguilar-Farías N, Martínez-Gómez D. Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin-America: A cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009-2010. **Preventive Medicine** (in Press doi: 10.1016/j.ypmed.2017.12.005)
3. **Sadarangani KP**, Cabanas-Sánchez V, Von Oettinger A, Cristi-Montero C, Celis-Morales C, Aguilar-Farías N, Higuera-Fresnillo S, De la Cámara MA, Suarez-Villadat B, Martínez-Gómez D. Substituting sedentary time with physical activity domains: An isotemporal substituting analysis in Chile. **Journal of Transport and Health** (in Press doi: 10.2307/20056429)

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los cazadores y recolectores prehistóricos caminaban cerca de 19 kilómetros cada día, o aproximadamente 24000 pasos diarios, mientras que actualmente estudios de Estados Unidos, Japón, y Australia reportan un promedio de 5117, 7168, y 9695 pasos, respectivamente (Cordain, Gotshall, Eaton, & Eaton, 1998). Esta aculturización de las formas tradicionales de conseguir los alimentos hacia una sociedad actual completamente occidentalizada caracterizada por estilos de vida sedentarios, ha estado acompañada paralelamente por un aumento del índice de masa corporal (IMC) y de las tasas de enfermedades no transmisibles (ENT) (Cordain et al., 1998; Katzmarzyk & Mason, 2009). Sin embargo, existe evidencia científica que respalda la efectividad de la actividad física (AF) regular en la prevención primaria y secundaria de varias enfermedades no transmisibles, y en la mortalidad prematura (Warburton, Nicol, & Bredin, 2006). Dentro de los contextos de actividad física, la de tiempo libre ha sido la que más se ha asociado con los indicadores biológicos, debido a que permite alcanzar una mayor intensidad, resultando ser más beneficiosa para la salud (Graff-Iversen, Anderssen, Holme, Jenum, & Raastad, 2007; Hallal et al., 2010). A pesar de sus beneficios, gran proporción de la población no utiliza su tiempo libre fuera del horario de trabajo para practicarla (Burton & Turrell, 2000). Las razones son diversas, dentro de las cuales las principales barreras percibidas son la falta de tiempo, el cansancio, la falta de compañía, y el no gustarles la AF (Reichert, Barros, Domingues, & Hallal, 2007). Es por esta razón que recientemente y recordando a nuestros antepasados, el contexto de desplazamiento ha sido el punto de mira como una alternativa para aumentar los niveles de AF, ya que la población recorre grandes distancias, y el uso de la bicicleta y/o caminar serían fáciles de incorporar y mantener en las rutinas diarias (Hamer & Chida, 2008; Shephard, 2008; L. Yang, Panter, Griffin, & Ogilvie, 2012). Basado en lo anteriormente mencionado, la presente tesis doctoral proporciona nuevas ideas sobre las asociaciones de los contextos de AF, con la diabetes mellitus (DM), síndrome metabólico (SM) y composición corporal en la población chilena. Los datos para esta tesis provienen de una investigación realizada con diabéticos de dos hospitales públicos en Santiago de Chile, y también se enmarcan dentro de la segunda Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2009-2010. Iniciativas como esta tesis doctoral contribuyen a las estrategias nacionales de salud pública, como por ejemplo el programa

“Elige vivir sano” en dónde buscan investigaciones relacionadas con la actividad física, con el fin de alcanzar los objetivos sanitarios para la década (Gobierno de Chile, 2011).

Esta tesis doctoral contiene 4 apartados. El primer apartado contextualiza el marco teórico, incluyendo: la DM, el SM y la AF, incluyendo las asociaciones entre la AF y estas enfermedades. El segundo apartado contiene los objetivos, y el tercero la metodología, resultados y discusión de cada artículo. Por último, el cuarto apartado incluye las conclusiones de cada artículo.

1. MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES

1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES

1.1 Transición Demográfica y Epidemiológica

Una disminución en las tasas de fertilidad, junto con un aumento en la esperanza de vida y el desarrollo socioeconómico mundial son factores claves para el envejecimiento poblacional (World Health Organization, 2016c). Según los indicadores del Banco Mundial en el año 2017, un 65.4% y un 8.7% de la población del mundo la constituían las personas entre 15 y 64 años, y de 65 y más años, respectivamente (World Bank Group, 2017b, 2017a). Además, se prevé que para el año 2050, ambos indicadores representen aproximadamente un 80.0% de la población total (United Nations, 2017). Este aumento y cambio en la estructura etárea implica no solo nuevos desafíos para los sistemas sociales y económicos, sino también, que la población se vea afectada por una mayor carga de enfermedades (W. He, Goodkind, & Kowal, 2016), específicamente las de tipo no transmisibles desplazando a las de tipo transmisibles; esta transición epidemiológica también se produce por mejoras en la atención sanitaria e intervenciones de salud pública tales como las inmunizaciones e saneamiento ambiental, reduciendo la incidencia de las enfermedades transmisibles (World Health Organization, 2009a).

1.2 Enfermedades No Transmisibles

Las ENT, también llamadas habitualmente enfermedades crónicas, son responsables del 63.0% de las muertes globales (World Health Organization, 2013), se caracterizan por ser de larga duración con una progresión generalmente lentas, ocasionadas por la combinación de varios factores incluidos los ambientales, fisiológicos, genéticos y conductuales (World Health Organization, 2013). Este grupo de enfermedades afectan en mayor medida a los países de bajo y mediano ingreso, y el 85.0% de estas muertes prematuras durante el período 2011 a 2025 bordean pérdidas económicas cercanas a los \$7.0 billones (World Health Organization, 2013). Además, estas enfermedades ocasionan complicaciones y discapacidades, afectando la capacidad funcional, limitando la productividad y aumentando el gasto en servicios sanitarios.

Dentro de las ENT, las enfermedades cardiovasculares (ECV) (17.5 millones), el cáncer (8.2 millones), las enfermedades respiratorias crónicas (4.0 millones) y la DM (1.5 millones) son las principales responsables del 82.0% de muertes por ENT (Lim et al., 2012). Si bien las ENT evolucionan lentamente y afectan en mayor proporción a personas sobre los 70 años de edad, a nivel mundial, el 40.0% de las defunciones por éstas son en menores de dicha edad (World Health Organization, 2014). Estas estadísticas resultan vitales para las autoridades sanitarias, orientando acerca de los lineamientos y directrices para intervenciones efectivas en materias de salud pública.

Las ECV son un conjunto de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos, que incluye a las cardiopatías coronarias, las enfermedades cerebrovasculares, las arteriopatías periféricas, las cardiopatías congénitas, las cardiopatías reumáticas, y las trombosis venosas profundas y embolias pulmonares (World Health Organization, 2017). Se estima que, en el año 2016, 17.5 millones de personas (31.0% del total de todas las muertes) murieron por esta causa, de las cuales 6.7 y 7.4 millones fallecieron por cardiopatía coronaria y por accidentes cerebrovasculares, respectivamente (World Health Organization, 2017). Para prevenir las ECV y promover una buena salud cardiovascular es esencial el control de factores de riesgo biológicos como la DM, hipertensión, dislipidemia y obesidad.

1.3 Diabetes Mellitus

La DM se caracteriza por altas concentraciones de azúcar (glucosa) en el torrente sanguíneo. Esto se debe a que existe un problema con la hormona insulina, encargada de facilitar el ingreso de este sustrato a nivel celular. Existen varios tipos de DM, sin embargo, las más prevalentes son la de tipo 1 y tipo 2. Entre estas, la más común es la de tipo 2 con un 90.0% de aparición, mientras que la de tipo 1 solo se diagnostica al 10.0% de la población diabética.

1.3.1 Diabetes Mellitus tipo 1

La DM tipo 1 también se conoce como diabetes insulino dependiente, inmuno-mediada o diabetes juvenil. Este tipo de DM se diagnostica cuando el cuerpo no es capaz de producir la hormona insulina debido a que existe una respuesta autoinmune en la que el sistema de defensa del cuerpo destruye a las células beta (β) del páncreas. Se desconocen aún cuales son las causas de este proceso dañino, pero se cree en una combinación entre factores genéticos y medioambientales, como infecciones virales, toxinas, entre otros (You & Henneberg, 2016). Este tipo de DM afecta a una población más joven, generalmente menor de 40 años y habitualmente empieza durante la niñez o en la edad adulta temprana, siendo la destrucción de las células β más lenta si sucede en esta última etapa. Las primeras manifestaciones de la enfermedad en etapa infantil son la cetoacidosis (altas concentraciones de cuerpos cetónicos en sangre) o hiperglicemias moderadas en ayunas, que migran rápidamente a severas. En estadios más avanzados existe poca o nula secreción de insulina, que se manifiesta en niveles bajos o indetectables de péptido C plasmático, un marcador de liberación de insulina.

La DM tipo 1 se diagnostica por la presencia de uno o más marcadores autoinmunes que incluyen los anticuerpos de los islotes, anticuerpos a la insulina, anticuerpos antiglutamato descarboxilasa, anticuerpos a la tirosina fosfatasa IA-2 y IA-2b y los anticuerpos de transportadores de Zinc (American Diabetes Association, 2017). Los anticuerpos de los islotes juegan un papel esencial en la predicción de la DM tipo 1, ya que pueden aparecer incluso entre los 6 a 9 meses de edad, y por lo general precede en un año a la diabetes clínica (Miao et al., 2013). Los niños que tienen dos o más anticuerpos de islotes están en alto riesgo de padecer este tipo de DM, y el 70.0% de ellos pasarán a la diabetes en menos de 10 años. En contraste, los niños con un solo anticuerpo presentan un riesgo mucho más bajo, con el 10.0% de progresar a diabetes después de los 10 años (Miao et al., 2013).

1.3.2 Epidemiología de la Diabetes Mellitus tipo 1

Las tasas de incidencia de la DM tipo 1 han ido aumentando en un 3.0% anual, variando de acuerdo con la región geográfica (Onkamo, Väänänen, Karvonen, & Tuomilehto, 1999;

Soltesz, Patterson, Dahlquist, & EURODIAB Study Group, 2007). Las mayores tasas estandarizadas de incidencia anual se encuentran en Finlandia, Cerdeña, Canadá y Suecia, oscilando entre 20 a 40 por cada 100000 niños/adolescentes. Sin embargo, las tasas más bajas se encuentran en los países de América del Sur (Argentina y Uruguay) y Asia (China y Tailandia) (Soltesz et al., 2007). Según la Federación Internacional de Diabetes (*IDF*, por sus siglas en inglés), cerca de 590000 niños en el año 2017 fueron diagnosticados con esta enfermedad, existiendo una mayor y menor cantidad de casos en Europa (286000) y África (50200), respectivamente (International Diabetes Federation, 2017). Estas diferencias regionales en las tasas de incidencia se pueden deber a la distribución de marcadores genéticos, factores medio ambientales, o la combinación de ambos (Patterson, Dahlquist, Soltész, Green, & Group, 2001). La edad también juega un papel importante en la incidencia de esta enfermedad, ya que se ha visto que los niños entre 10 y 14 años tienen mayor riesgo de padecer este tipo de DM en comparación a los menores (DIAMOND Project Group, 2006). Además, a partir de la pubertad, la tasa de incidencia es mayor en hombres que en mujeres (Soltesz et al., 2007). Por último, la relación entre la estacionalidad y la aparición de DM tipo 1 se ha estudiado en países del hemisferio norte y sur, estableciendo un aumento de los casos en los meses de invierno en comparación con los de verano (Moltchanova, Schreier, Lammi, & Karvonen, 2009; Soltesz et al., 2007).

1.3.3 Panorama nacional de la Diabetes Mellitus tipo 1 en Chile

Con respecto a la prevalencia, Chile no cuenta con datos. Lo único disponible en la Superintendencia de Salud, es un aumento en el recuento absoluto de 10760 casos incorporados al marzo del 2011, en el plan de Garantías Explícitas en Salud (Ministerio de Salud, 2013).

Información sobre las tasas de incidencia de esta enfermedad a nivel nacional son escasas, debido a un proceso de registro deficiente, el cual ha ido mejorando en estos últimos años. Solo se podrían extrapolar resultados en población menor de 15 años entre los años 2000 a 2004 pertenecientes a la Región Metropolitana, con una tasa de incidencia intermedia de 6.6 por 100000 habitantes/año (Carrasco et al., 2006). Con respecto a la estacionalidad y la incidencia de DM tipo 1, la cantidad de casos diagnosticados durante

el período otoño – invierno fue mayor que durante el período primavera – verano, y en comunas de mayor nivel socioeconómico, y con menor población indígena (Carrasco et al., 2006).

1.3.4 Diabetes Mellitus tipo 2

La DM tipo 2, a veces conocida como diabetes del adulto o diabetes no insulino dependiente, se diagnostica cuando existe una resistencia a la acción de insulina en los tejidos periféricos, principalmente en el músculo esquelético, hígado y tejido adiposo, junto con un déficit en la secreción de insulina producida por las células β del páncreas (Albers et al., 2010; American Diabetes Association, 2017; Stratton et al., 2000). Los sujetos con resistencia a la insulina requieren más de esta hormona para promover la captación de glucosa por los tejidos, sin embargo, la compensación no es suficiente debido al déficit secretor de las células β (Stumvoll, Goldstein, & van Haeften, 2005). Esta desincronización entre la secreción y resistencia a la insulina genera un deterioro progresivo en la homeostasis de la glicemia.

La DM tipo 2 se desarrolla principalmente en personas mayores de 40 años, con un fuerte vínculo de antecedentes familiares. Sin embargo, la DM tipo 2 también se ha ido detectando con mayor frecuencia en niños y adolescentes, debido a los cambios sociales y culturales (International Diabetes Federation, 2017). Es importante tener en cuenta que las personas con DM tipo 2 pueden haber padecido esta enfermedad durante muchos años antes (de 3 a 5 años) de ser clínicamente diagnosticada, debido a que la hiperglicemia se desarrolla gradualmente, y al no ser severa, el paciente no percibe los síntomas clásicos de esta enfermedad (**Figura 1**) (Pérez, 2009; Tabák et al., 2009).

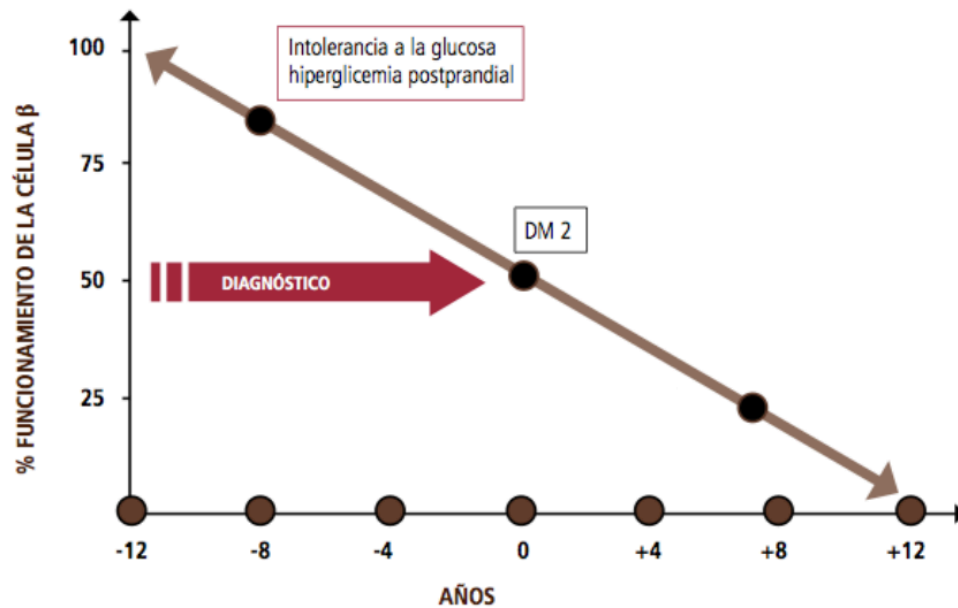


Figura 1: Temporalidad en la aparición de Diabetes Mellitus tipo 2; El fenotipo diabético progresa a medida que la función de las células β declinan. **Fuente:** Figura adaptada de Pérez (2009).

1.3.5 Epidemiología de la Diabetes Mellitus tipo 2

La DM tipo 2 es una de las principales causas de enfermedad y muerte prematura a nivel mundial causando 4.0 millones de muertes en el 2017, equivalente a 1 fallecimiento por cada 8 segundos (International Diabetes Federation, 2017). En el 2017, el 8.8% de la población adulta (425 millones de personas en todo el mundo) fue diagnosticada con DM, de los cuales dos tercios eran de edad trabajadora (20 a 64 años) y residentes de zonas urbanas (279 millones). Cabe destacar también, que se ha estimado que hay 212 millones de personas aún sin diagnosticar (International Diabetes Federation, 2017).

1.3.6 Panorama nacional de la Diabetes Mellitus tipo 2 en Chile

En Chile, la prevalencia de DM según la segunda ENS 2009-2010 fue de 9.4%, mayor porcentaje en mujeres que en hombres, y un 3.1% mayor que la primera ENS 2003 (Ministerio de Salud, 2009). También, existe evidencia que en personas entre 15 a 24 años la prevalencia apenas alcanza un 0.2%, mientras que en edades entre 45 a 64 y mayores a 65 años, esta proporción aumenta considerablemente en un 14.4% y 29.9%,

respectivamente (Ministerio de Salud, 2009). También existen diferencias en cuanto a la prevalencia de esta condición de salud según el nivel socioeconómico y nivel educacional (NEDU) de la persona; siendo mayor en aquellos diabéticos con bajo nivel socioeconómico y bajo NEDU ($18.7\% < 8$ años de estudios) (Ministerio de Salud, 2009). Según esta misma fuente, de este 9.4% de habitantes que padece DM, el 78.5% tiene conocimiento de su patología; de los cuales el 52.0% recibe tratamiento para la diabetes, y solo el 34.3% de ellos, mantienen controlada su enfermedad (hemoglobina glicosilada $< 7.0\%$) (Ministerio de Salud, 2009). Estas cifras han ido en constante aumento, ya que según la última ENS del año 2016-2017, la prevalencia ha aumentado en un 2.9% desde la ENS 2009-2010 (Ministerio de Salud, 2017). A partir de la misma fuente, de este 12.3% de habitantes que padece diabetes, el 10.6% corresponde al sexo masculino y el 14.0% al sexo femenino (Ministerio de Salud, 2017).

1.3.7 Síntomas de la Diabetes Mellitus

Ambos tipos de DM presentan síntomas comunes, tales como la polidipsia o sed anormal, micción frecuente, falta de energía y visión borrosa. Sin embargo, la de tipo 1 se caracteriza por una rápida pérdida de peso, apetito constante e hiperhidrosis nocturna, mientras que la de tipo 2 por hormigueos y entumecimientos de las extremidades y lenta cicatrización de las heridas (International Diabetes Federation, 2017).

1.3.8 Criterios diagnósticos de la Diabetes Mellitus

Dentro de los criterios para el diagnóstico de DM, existen diversos métodos como: la glucosa plasmática en ayunas, o la glucosa plasmática tras dos horas de ingesta oral de una carga de 75 gramos de glucosa (tolerancia a la glucosa oral), o la hemoglobina glicosilada (HbA1c) (American Diabetes Association, 2017). Los valores para individuos sanos deberán corresponder según lo siguiente: $< 100\text{mg/dL}$ ($< 5.6 \text{ mmol/L}$) para la glucosa plasmática, $< 140\text{mg/dL}$ ($< 7.8 \text{ mmol/L}$) posterior a una prueba de tolerancia a la glucosa oral (PTGO) y $< 5.7\%$ HbA1c (American Diabetes Association, 2017). Sin embargo, la Asociación Americana de Diabetes (ADA, por sus siglas en inglés) recomienda

diagnosticar a las personas según valores reflejados en la **Tabla 1** (American Diabetes Association, 2017).

Tabla 1: *Criterios diagnósticos para la Diabetes Mellitus. Fuente: Tabla de la American Diabetes Association (2017).*

| |
|--|
| Glucosa Plasmática en Ayuna $\geq 126\text{mg/dL}$ (7.0 mmol/L). Ayuna es definido como la no ingesta calórica por un mínimo de 8 horas. * |
| O |
| Glucosa Postprandial $\geq 200\text{mg/dL}$ (11.1 mmol/L) durante una prueba de tolerancia de la glucosa. Esta prueba deberá ser llevada a cabo según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, usando una carga de glucosa equivalente a 75 gramos glucosa anhidra disuelta en agua. * |
| O |
| HbA1c $\geq 6.5\%$ (48 mmol/mol). Esta prueba se deberá realizar en un laboratorio usando el método que el National Glycohemoglobin Standardization Program certifica y estandarizada según el ensayo de Diabetes Control and Complications Trial. |
| O |
| En un paciente con síntomas clásicos de hiperglicemia o crisis hiperglicémica, con una prueba de glucosa plasmática $\geq 200\text{mg/dL}$ (11.1 mmol/L). |
| *A no ser que exista un diagnóstico clínico claro, una segunda prueba diagnóstica es necesaria para la confirmación. |

También, existen individuos que no cumplen con los niveles de glucosa óptimos o los considerados para ser diagnosticado con DM. Estos sujetos son clasificados como prediabéticos, y este término es utilizado cuando la HbA1c fluctúa entre 5.7% a 6.4%, y/o presenta glucosa en ayunas alterado (100 a 125 mg/dL), y/o intolerancia a la glucosa (140 a 199 mg/dL). Estos individuos están en un mayor riesgo de contraer DM y ECV.

Con respecto a la HbA1c, es uno de los marcadores más utilizados para diagnosticar e identificar a las personas con alto riesgo de desarrollar la enfermedad (American Diabetes Association, 2017). La HbA1c, corresponde a la hemoglobina unida a la glucosa de forma irreversible, y sirve para estimar el promedio de la concentración de glucosa sanguínea

durante los últimos tres a cuatro meses, es decir, 90 a 120 días aproximadamente, y tiene un alto valor predictivo positivo para las complicaciones diabéticas (Albers et al., 2010; American Diabetes Association, 2017; Stratton et al., 2000). Es más, la ADA establece que la HbA1c es el mejor marcador para reflejar el control metabólico ($< 7.0\%$ buen control; $\geq 7.0\%$ mal control), presentando varias ventajas por sobre la glucosa plasmática en ayunas y la prueba de tolerancia a la glucosa oral, incluyendo mayor conveniencia (no se requiere ayuno), mayor estabilidad preanalítica, y menor variabilidad del día a día en períodos de estrés o enfermedad. Sin embargo, estas ventajas pueden menoscabarse por una menor sensibilidad en el punto de corte y limitada disponibilidad del examen en regiones menos desarrolladas, mayor coste, y escasa correlación con la glucosa promedio en ciertos individuos (American Diabetes Association, 2017; Cowie et al., 2010).

1.3.9 Costes financieros de la Diabetes Mellitus

Para el año 2017 se estimó un gasto sanitario total mundial de USD 727000 millones, representando un aumento del 8.0% con respecto al año 2015 (International Diabetes Federation, 2017). Dentro de la región de América del Sur y Central, el 11.0% del presupuesto sanitario está destinado para esta enfermedad (International Diabetes Federation, 2017). Chile destinó un 10.2% del presupuesto de salud (21.2 mil millones) para esta enfermedad, simulando un gasto promedio de USD 1427 por persona diagnosticada (Ministerio de Salud, 2015). Es más, una persona diabética cuesta 2.4 veces más, y es dos veces más propenso de ser admitido en un hospital y permanecer ingresado, en comparación a su par no diabético (Sampson et al., 2006; Selby, Ray, Zhang, & Colby, 1997).

Debido a la gran relevancia que la DM ha adquirido a nivel sanitario, desde el año 2005 ha sido incluida dentro de las Garantías Explícitas de Salud, antiguamente llamada Acceso Universal de Garantías Explícitas de Salud, brindando el acceso, calidad, protección financiera y oportunidad a las personas con esta enfermedad (Ministerio de Salud, 2018c). Dentro de las 80 patologías de las Garantías Explícitas de Salud, la DM tipo 1 y 2 se encuentran en la clasificación de patologías crónicas número seis y siete, respectivamente (Ministerio de Salud, 2018b, 2018a). Todo beneficiario contará, en caso de sospecha, con

acceso a confirmación diagnóstica, evaluando la glicemia en ayunas y con la prueba de tolerancia oral a la glucosa. Una vez que esté confirmada la patología, también tendrá acceso a tratamiento continuo incluyendo complicaciones (Ministerio de Salud, 2018b, 2018a).

1.3.10 Complicaciones de la Diabetes Mellitus

El exceso de glucosa que circula en el torrente sanguíneo (hiperglicemia) puede dañar los tejidos con el tiempo, conllevando al desarrollo de complicaciones discapacitantes como las retinopatías, nefropatías, neuropatías, ECV, entre otras. La pérdida de visión resulta ser el efecto más frecuente en una DM. Se estima que entre un 6.0% a 39.0% de las personas con DM tendrán retinopatía por causa evitable a lo largo del tiempo tras el diagnóstico, y un 4.0% a 8.0% presentarán riesgo de pérdida de visión (Kohner et al., 1998; UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group, 1998; Yau et al., 2012). Las personas con DM tipo 1 y aquellas con mayor duración de la enfermedad junto con un mal control glicémico, se asocian con un mayor desarrollo y progresión de la retinopatía (Ministerio de Salud, 2010).

Asimismo, cerca del 20.0% a 30.0% de las personas con DM padece daño renal al momento de ser diagnosticado (Ministerio de Salud, 2010). En Chile, la mayor cantidad de casos por enfermedad renal crónica se deben a la nefropatía diabética (Ministerio de Salud, 2010). Las alteraciones de los nervios llamada neuropatía diabética, afecta predominantemente a la región de los pies. En estos pacientes existe un mayor riesgo de ulceraciones e infecciones producto de una pérdida en la sensibilidad, conllevando a una posible amputación. Según un estudio realizado a nivel nacional, al menos un 15.0% de los diabéticos durante sus vidas, presenta ulceraciones en los pies, y un 85.0% sufre de una amputación (Ministerio de Salud, 2010). Es más, en el año 2014, uno de cada 200 diabéticos sufrió una amputación, y la tasa de amputación ha aumentado en un 28.0% durante la última década (Gobierno de Chile, 2011).

Por último, los diabéticos tienen entre dos a cinco veces mayor riesgo de padecer ECV, en comparación con los sujetos sanos (Ministerio de Salud, 2010). Además, se estima que un

66.6% de los diabéticos mueren por ECV (Evans, Wang, & Morris, 2002; Haffner, Lehto, Rönnekaa, Pyörälä, & Laakso, 1998). Es más, este riesgo de ECV se asocia también con las nefropatías, ya que aquellos sujetos que padecen esta complicación, su mortalidad cardiovascular aumenta entre 2 a 8 veces más (Dinneen & Gerstein, 1997; Wang, Head, Stevens, & Fuller, 1996). Sin embargo, existe una relación directa entre los niveles de HbA1c y las ECV, ya que una reducción del 1.0% en este parámetro, disminuye en un 21.0% y 14.0%, el riesgo de mortalidad asociada a la DM y de infarto agudo al miocardio (IAM) a 10 años, respectivamente (Stratton et al., 2000). Otro estudio reveló que la reducción en los niveles de HbA1c en pacientes con DM tipo 2, disminuye entre un 5.0 a 17.0% y entre un 6.0 a 15.0%, el riesgo de una enfermedad coronaria, y mortalidad por todas las causas, respectivamente (ten Brinke, Dekker, de Groot, & Ikkersheim, 2008).

1.3.11 Tratamiento farmacológico

1.3.11.1 Tratamiento farmacológico en la Diabetes Mellitus tipo 1

La terapia insulínica calculada según el peso corporal (0.4 a 1.0 unidades/kg/día) es el pilar fundamental para este tipo de pacientes (American Diabetes Association, 2017). Junto con la insulina, también debe considerarse la educación en base a; dosis de administración por conteo de hidratos de carbono, nivel de AF, y medición de los niveles pre-prandiales de glucosa. Para aquellos pacientes que ya controlan el conteo de hidratos de carbono, la estimación de gramos de grasas y proteínas también debe ser implementada (Bell et al., 2015; Bell, Toschi, Steil, & Wolpert, 2016). Actualmente la administración de insulina puede llevarse a cabo por múltiples inyecciones diarias o por bombas de infusión subcutáneas, siendo estas últimas las más recientes y de mayor coste económico (American Diabetes Association, 2017; Ministerio de Salud, 2013).

1.3.11.2 Tratamiento farmacológico en la Diabetes Mellitus tipo 2

La terapia farmacológica y su adherencia juegan un papel crucial en el control metabólico y en los niveles de glicemia en pacientes con DM tipo 2 junto con cambios en los estilos de vida. El fármaco de primera línea es la Metformina, ya que presenta un efecto reductor

entre un 1.0% a 2.0% en la HbA1c, además de contribuir en la reducción del peso corporal, y del riesgo cardiovascular a mediano y largo plazo (Bailey & Turner, 1996; DeFronzo & Goodman, 1995; Nathan et al., 2009). Sin embargo, una declaración de la ADA recomienda un tratamiento personalizado y enfocado según las necesidades específicas de cada paciente, incluyendo dentro de sus factores; el riesgo de hipoglicemia, efectos colaterales del fármaco, costes económicos y enfermedades concomitantes (Inzucchi et al., 2015; Palmer et al., 2016). En el caso que existan contraindicaciones o intolerancia a la Metformina, se podría considerar otro tipo de fármaco. También, cuando la HbA1c alcanza valores $\geq 9.0\%$ y no se logra un buen control metabólico, es necesario iniciar una terapia combinada en base a dos fármacos. En el caso que aún no se logre un buen control metabólico luego de tres meses, se considera una triple terapia. Por último, cuando el paciente no alcanza un buen control metabólico y su HbA1c es $\geq 10.0\%$ o su glicemia es ≥ 300 mg/dL, se avanza con una terapia combinada inyectable en base a insulina (American Diabetes Association, 2017). En el **Anexo 1** se exponen las distintas líneas de farmacología para la DM tipo 2.

1.4 Síndrome Metabólico

El SM se define como una agrupación de factores de riesgo metabólicos, entre los cuales se encuentra la obesidad central (perímetro de cintura), la presión arterial elevada (o en tratamiento), los triglicéridos (TGD) elevados (o en tratamiento), los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL) bajos (o en tratamiento) y el aumento de la glucosa plasmática en ayuno (o diagnóstico de DM tipo 2) (Alberti et al., 2009). Se estima que entre un 20.0% a 25.0% de la población adulta mundial presenta SM, y estos factores al interactuar conjuntamente confieren un mayor riesgo cardiovascular que si cada uno de ellos actuase de manera independiente (Golden et al., 2002; International Diabetes Federation, 2006; Sattar et al., 2003). Es más, estos sujetos tienen entre dos a cinco veces mayor riesgo de padecer ECV y DM tipo 2, respectivamente, y, por tanto, son más propensos de fallecer por un infarto agudo al miocardio o infarto cerebral, en comparación a aquellos sin SM (Alberti et al., 2009; Ford, 2005; Mottillo et al., 2010; Stern, Williams, Gonzalez-Villalpando, Hunt, & Haffner, 2004).

1.4.1 Epidemiología del Síndrome Metabólico

La prevalencia del SM varía de acuerdo con la población estudiada. En el año 2012, Estados Unidos registró un 34.2% de SM al analizar la Encuesta Nacional de Salud y Examinación Nutricional (NHANES), mientras que, en 10 cohortes pertenecientes a países europeos, la prevalencia fue de 24.3% (Moore, Chaudhary, & Akinyemiju, 2017; Scuteri et al., 2015). En América Latina, una revisión sistemática que incluyó 12 fuentes primarias, arrojó una prevalencia de 24.9% (Márquez-Sandoval et al., 2011). Cabe destacar que la prevalencia de SM se asoció a una mayor edad y NEDUs más bajos (Moore et al., 2017; Scuteri et al., 2015). También, se ha visto una mayor prevalencia de SM en el sexo femenino en comparación con el masculino (Márquez-Sandoval et al., 2011; Scuteri et al., 2015). Sin embargo, cabe destacar que en Chile, y países como Corea y China esta prevalencia es mayor en el sexo masculino (Eun Lee et al., 2018; Lan et al., 2018).

1.4.2 Panorama nacional del Síndrome Metabólico en Chile

La prevalencia de SM a nivel nacional según la ENS 2009–2010, fue de un 35.3%, siendo mayor en hombres (41.7%) que en mujeres (31.0%) (Ministerio de Salud, 2009). También se aprecia una tendencia mayor en los NEDUs más bajos, en comparación con los más altos (47.8% vs 26.4%) (Ministerio de Salud, 2009).

1.4.3 Criterios diagnósticos del Síndrome Metabólico

Durante estos últimos años, se ha intentado unificar los criterios para calificar la presencia de SM. En el año 2005, la IDF enfatizó que la obesidad abdominal fuese un componente obligatorio, ya que era una medición sencilla como tamizaje. Sin embargo, la Asociación Americana del Corazón (AHA, por sus siglas en inglés) y el Instituto Nacional de Corazón, Pulmón y Sangre (NHLBI, por sus siglas en inglés) estipularon que todos los componentes introducidos inicialmente por el Programa de Educación Nacional del Colesterol–Panel Tratamiento Adultos III (NCEP-ATP III, por sus siglas en inglés) presentaban la misma importancia (Alberti et al., 2009). Es así, como la IDF se sumó a este consenso, sin embargo, añadió que el punto de corte para la obesidad abdominal fuese diferente según etnia y región, siendo menores para los asiáticos en comparación con los norteamericanos

(Alberti et al., 2009). Estos indicadores y puntos de corte se pueden visualizar en la **Tabla 2**, diagnosticando el SM en aquellas personas que presenten 3 de estos 5 factores de riesgo.

Tabla 2: *Criterios para el diagnóstico clínico del Síndrome Metabólico. Fuente: Tabla de Alberti (2009).*

| Indicadores | Puntos de Corte |
|---|---|
| Perímetro de cintura elevado. | Puntos de corte específicos según población y país |
| Triglicéridos elevados o bajo tratamiento farmacológico por esta causa. | ≥ 150 mg/dL (1.7 mmol/L) |
| Presión Arterial elevada o bajo tratamiento farmacológico por hipertensión. | Presión Arterial Sistólica ≥ 130 mm Hg y/o, Diastólica ≥ 85 mm Hg |
| Glucosa plasmática en ayuno elevada o bajo tratamiento farmacológico por esta causa. | ≥ 100 mg/dL |
| Lipoproteínas de alta densidad reducidas o bajo tratamiento farmacológico por esta causa. | < 40 mg/dL (1.0 mmol/L) en hombres; < 50 mg/dL (1.3 mmol/L) en mujeres |

1.4.4 Tratamiento farmacológico en el Síndrome Metabólico

El tratamiento farmacológico en este tipo de pacientes es altamente necesario debido a la poca adhesión a los estilos de vida saludables. Sin embargo, al ser un síndrome se puede abordar de distintos ángulos, ya cada paciente presenta distintos factores de riesgo, y por tanto, el planteamiento debe ser personalizado. Por esta razón, los grandes grupos de fármacos para este síndrome albergan desde los: antiobesidad, sensibilizadores de insulina, agentes hipolipemiantes, bloqueadores del sistema renina-angiotensina y agentes antidiabéticos (Lim & Eckel, 2014).

1.5 Sobrepeso y Obesidad

El sobrepeso y la obesidad se caracterizan por una acumulación anormal o excesiva de grasa (World Health Organization, 2018a). Según la Asociación Médica de Obesidad (OMA, por sus siglas en inglés), la obesidad es una enfermedad crónica, recurrente,

multifactorial y neuroconductual, en la que un aumento en la grasa corporal promueve una disfunción del tejido adiposo y una anormalidad en la masa grasa generando consecuencias adversas en la biomecánica, salud metabólica y psicosocial (Bays et al., 2019).

El sobrepeso y la obesidad son responsables del 7.1% de todas las muertes, correspondiendo a 4.0 millones de muertes en el año 2015 (Afshin et al., 2017). Ambas, se han asociado con un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas, y un mayor riesgo de ECV, DM, enfermedad renal crónica, algunos cánceres y desórdenes músculo esqueléticos (Afshin et al., 2017; Global BMI Mortality Collaboration et al., 2016). Es más, actualmente un 65.0% de la población mundial vive en un país en donde el sobrepeso y la obesidad cobran más vidas que la desnutrición (World Health Organization, 2009a).

1.5.1 Epidemiología del Sobrepeso y Obesidad

En el año 2016, 1.9 billones de adultos tenían sobrepeso (39.0%), de los cuales, más de 650 millones (13.0%) eran obesos. De estos adultos con sobrepeso y obesidad, el sexo femenino presenta un mayor porcentaje (sobrepeso: 40.0% vs 39.0%; obesidad: 15.0% vs 11.0%). En ese mismo año, 340 millones de niños (18.0%) entre 5 a 19 años, y 41 millones menores de cinco años presentaba sobrepeso u obesidad (World Health Organization, 2018a).

1.5.2 Panorama nacional del Sobrepeso y Obesidad en Chile

En Chile, la prevalencia de sobrepeso y obesidad según la ENS 2009-2010 fue de 39.3% y 25.1%, respectivamente (Ministerio de Salud, 2009). Estas cifras han ido en constante aumento, ya que según la última ENS 2016-2017, la prevalencia ha aumentado en un 0.5% y 9.3%, para el sobrepeso y la obesidad, respectivamente (Ministerio de Salud, 2017). Con respecto al sexo, los hombres presentan mayor sobrepeso que las mujeres (43.3% vs 36.4%), sin embargo, los niveles de obesidad son más altos en ellas (33.7% vs 28.6%) (Ministerio de Salud, 2017). También, existe evidencia que en personas entre 50 a 64 años la prevalencia de sobrepeso (43.6%) y obesidad (41.7%) son mayores que en otros grupos

etéreos (Ministerio de Salud, 2017). Según esta misma fuente, el sobrepeso y la obesidad presentan una gradiente social, siendo mayor en NEDUs más bajos en comparación con los NEDUs más altos (sobrepeso: 43.2% vs 27.0%; obesidad: 3.4% vs 2.5%) (Ministerio de Salud, 2017).

1.5.3 Criterios diagnósticos del Sobrepeso y Obesidad

Existen varios indicadores utilizados a nivel poblacional para identificar el sobrepeso u obesidad. Dentro de ellos, el perímetro de cintura (PC) y el índice cintura cadera estiman la obesidad abdominal, mientras que el IMC no diferencia entre la masa muscular y la masa grasa (World Health Organization, 2000). Sin embargo, el IMC es el más utilizado en estudios epidemiológicos ya que permite identificar el estado nutricional a través de la simple medición del peso y la talla. Según la OMS, para la población adulta un $\text{IMC} \geq 25$ y $< 30 \text{ kg/m}^2$ es sinónimo de sobrepeso, mientras que un $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ representa obesidad (World Health Organization, 2018a).

1.6 Respuesta sanitaria en las Enfermedades No Transmisibles

El aumento de las ENT, junto con sus elevadas prevalencias y cargas de enfermedad, necesitan una capacidad de respuesta urgente por parte de los sistemas de salud. Es más, para estas enfermedades en donde ya se conoce su epidemiología e historia natural, se han propuesto distintas estrategias de prevención, que permiten intervenir de manera efectivas sobre ellas impactando favorablemente en la salud poblacional (Organización Panamericana de la Salud, 2011).

Las cuatro categorías de prevención clasificadas según el desarrollo de una enfermedad, corresponden a la Prevención Primordial o Promoción, Prevención Primaria, Prevención Secundaria y Prevención Terciaria. La primera etapa recientemente reconocida, utiliza un enfoque participativo, en donde los individuos, las organizaciones, las comunidades, etc. interactúen conjuntamente para generar condiciones en donde se garantice la salud y el bienestar, protegiendo así la salud poblacional (Ministerio de Salud, 2016; World Health Organization, 2016a). Para esto, se necesita que exista una buena gobernanza sanitaria

generando políticas que eviten la enfermedad, una sólida educación sanitaria hacia la población, y planificaciones urbanas para ciudades más saludables (World Health Organization, 2016a). La segunda etapa se caracteriza en la disminución de los casos nuevos de enfermedad (incidencia) controlando los factores de riesgo a nivel individual y poblacional. La tercera etapa se enfoca en la detección temprana y tratamiento precoz, cambiando favorablemente el pronóstico de la enfermedad. Por último, la cuarta estrategia de prevención, pretende por una parte recuperar la salud de las personas enfermas, ya sea mejorando o manteniendo su calidad de vida. También, la prevención terciaria busca evitar o limitar las consecuencias (secuelas y complicaciones) de la enfermedad, entregando tratamiento médico y de rehabilitación de buena calidad (Organización Panamericana de la Salud, 2011).

Todas estas estrategias ayudan a prevenir, retrasar o incluso tratar la mayoría de las ENT y sus muertes asociadas a ellas. Sin embargo, los esfuerzos no han sido del todo exitosos, ya que los enfoques estratégicos se han basado mayormente a nivel individual, es decir en aquellas personas con alto riesgo de enfermar, y no, en la prevención y control a través del enfoque poblacional (Organización Panamericana de la Salud, 2011). Debido a este panorama, en el año 2013, la Organización Mundial de la Salud (OMS) acordó reducir la carga evitable de ENT dentro del marco “Plan de acción mundial para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles 2013-2020” (World Health Organization, 2017). Esta propuesta con nueve metas mundiales, tienen como objetivo disminuir en un 25.0% el número de muertes prematuras asociadas a las ENT para el año 2025 (World Health Organization, 2017). Para lograr esta meta, se planteó enfocar las intervenciones poblacionales hacia los factores de riesgo comportamentales modificables, tales como el consumo nocivo de alcohol, el consumo de tabaco, las dietas poco saludables, y la inactividad física, con el fin de prevenir las ECV e intentando ser más coste-eficaces que el mero tratamiento farmacológico (World Health Organization, 2017). Estos factores de riesgo para las ENT, son en gran medida determinantes del ambiente económico, social y físico de la población, y es por razón que en el año 2015, las Naciones Unidas, se sumó a la OMS con “la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” (SDG, por sus siglas en inglés) (Dora et al., 2015; Pan American Health Organization, 2011). Esta agenda universal contiene 17 objetivos y 169 metas, incluyendo no solo al sector salud, sino también, al

sector transporte, educación y planificación urbana entre otros, con el fin de reducir los riesgos asociados a las ENT (Dora et al., 2015; Prüss-Ustün et al., 2019).

1.7 Factores de riesgo comportamentales modificables para las Enfermedades No Transmisibles

Se estima que si los principales factores de riesgo modificables como el consumo nocivo de alcohol, el consumo de tabaco, la dieta poco saludable y la inactividad física fuesen eliminados, las enfermedades al corazón, los infartos, y la DM tipo 2 se prevendrían en un 80.0%, y los cánceres en un 40.0% (Pan American Health Organization, 2011; World Health Organization, 2005). Es más, se estima que el consumo nocivo de alcohol, el consumo de tabaco, el sobrepeso y obesidad, y la inactividad física son responsables de un 3.8%, 8.7%, 4.8% y 5.5% de la mortalidad global, respectivamente. Dentro de los aspectos fundamentales para el control metabólico de la DM, los cambios en el estilo de vida como: una dieta balanceada, la cesación del hábito tabáquico y la práctica de AF son primordiales (American Diabetes Association, 2017). Sin embargo, la AF es considerada como uno de los “best buy” más coste-efectivos para la salud pública, ya que actúa como un facilitador para las otras conductas saludables, debido a que mejora la función ejecutiva responsable de la autorregulación y el comportamiento orientado al resultado (Loprinzi, 2015; Loprinzi, Herod, Cardinal, & Noakes, 2013; Morris, 1994; Oaten & Cheng, 2006).

1.8 Conceptos de Actividad Física

La AF se define como cualquier movimiento realizado por el sistema músculo esquelético que considere un gasto de energía, incluyendo todo tipo de movimiento físico-corporal, como lo es trabajar, la realización de tareas domésticas, las actividades recreativas y de desplazamiento (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985; World Health Organization, 2010a). A menudo la AF se utiliza erróneamente como sinónimo de ejercicio y viceversa, siendo este último una variedad planificada, estructurada y repetitiva de la AF (subcategoría de AF), con el fin de mantener o mejorar varios aspectos de la condición física (Caspersen et al., 1985). Existen diversos tipos de ejercicios, los cuales se pueden dividir en:

- **Ejercicio aeróbico:** es un tipo de entrenamiento físico en el cual prevalece la vía metabólica oxidativa. Se caracteriza por involucrar grandes grupos musculares con el resultado de aumentos sustanciales en la capacidad cardiovascular (Howley, 2001; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008).

- **Ejercicio anaeróbico o de fuerza:** es un tipo de entrenamiento físico que es un tipo de ejercicio que se diseña con el objetivo de incrementar la fuerza muscular, potencia y resistencia. Esta modalidad se utiliza principalmente para incrementar la fuerza muscular mediante la variación de la resistencia a vencer, el número de repeticiones, el número de series y el tiempo de descanso entre ellas (Howley, 2001; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008).

Por otra parte, el deporte también es considerado un subtipo de AF, sujeto a reglas específicas y ejercido dentro de una competición o un juego (World Health Organization, 2008). Algunos deportes son de participación individual como el golf, sin embargo, otros se juegan en equipos como el fútbol o baloncesto.

La AF puede ser realizada en distintos dominios o contextos, tales como en tiempo libre (recreacional), durante el trabajo (ocupacional) y al desplazarse (transporte activo) (U.S. Department of Health and Human Services, 2008). La cantidad de AF que realiza un sujeto se denomina dosis, y esta se determina por tres factores de la actividad: frecuencia, duración e intensidad (Corbin, 2008; U.S. Department of Health and Human Services, 2008; Welk, 2002; World Health Organization, 2010a). La frecuencia hace relación a la cantidad de veces (sesiones diarias o semanales) que el sujeto realiza AF. La duración está definida en base al tiempo empleado en cada sesión de AF (minutos al día). La intensidad, hace referencia al nivel de esfuerzo relacionado al gasto energético necesario para realizar dicha actividad. La intensidad puede expresarse considerando o no, la capacidad fisiológica de un sujeto, siendo la primera conocida como relativa y la última como absoluta. La intensidad relativa se adapta según la capacidad de hacer ejercicio utilizándose, por ejemplo, el porcentaje del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), o porcentaje del ritmo cardíaco máximo, o bien la percepción de dificultad que percibe una persona al realizar ejercicio (escala del 0 al 10). Por otra parte, la intensidad absoluta es

la tasa de energía consumida durante un período de tiempo específico. Este tipo de intensidad suele expresarse en términos de energía consumida como equivalentes metabólicos (MET), o rapidez de la actividad (por ejemplo, 8 kilómetros por hora al correr), o peso levantado/desplazado. Sin embargo, los METs, definidos como la tasa de consumo energético se han utilizado como referencia, siendo el equivalente a 1 (3.5 milímetros por kilogramo de peso corporal y por minuto) cuando el cuerpo se encuentra en reposo sentado, y a un múltiplo mayor cuando el cuerpo trabaja a un nivel más elevado. Por ejemplo, una actividad de 4 METs requiere un consumo de oxígeno 4 veces mayor en comparación al estado de reposo. La OMS junto con otros autores y organizaciones han definido los puntos de corte en base a los METs para clasificar las intensidades como ligeras (1.5 a 2.9 METs), moderadas (3.0 a 5.9 METs) o vigorosas/intensas (≥ 6 METs) (Ainsworth et al., 2000; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008; World Health Organization, 2010a). Sin embargo, los mayores beneficios reportados por la AF en la prevención de las ENT son a intensidades moderadas y vigorosas (World Health Organization, 2004, 2010a).

1.8.1 Beneficios generales y recomendaciones de la Actividad Física para la salud

La AF ha sido considerada una piedra angular en la prevención y tratamiento de las ENT (Lee et al., 2012). Dentro de los beneficios de la AF se ha comprobado que la práctica de ella conlleva a menores tasas de mortalidad por todas las causas, enfermedad coronaria, presión arterial elevada, infartos, SM, DM tipo 2, cáncer mamario y de colon, y depresión (International Society for Physical Activity and Health, 2017; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008; Sallis et al., 2016; Warburton, Charlesworth, Ivey, Nettlefold, & Bredin, 2010; World Health Organization, 2010b). Además, existe evidencia científica sólida respaldando que la AF mejora la funcionalidad, la composición corporal, el nivel cardiorrespiratorio y músculo esquelético, y la función cognitiva (Lee et al., 2012; Warburton et al., 2010; World Health Organization, 2010b). La **Figura 2** representa los efectos de la AF en los distintos mecanismos corporales y distintas ENT.

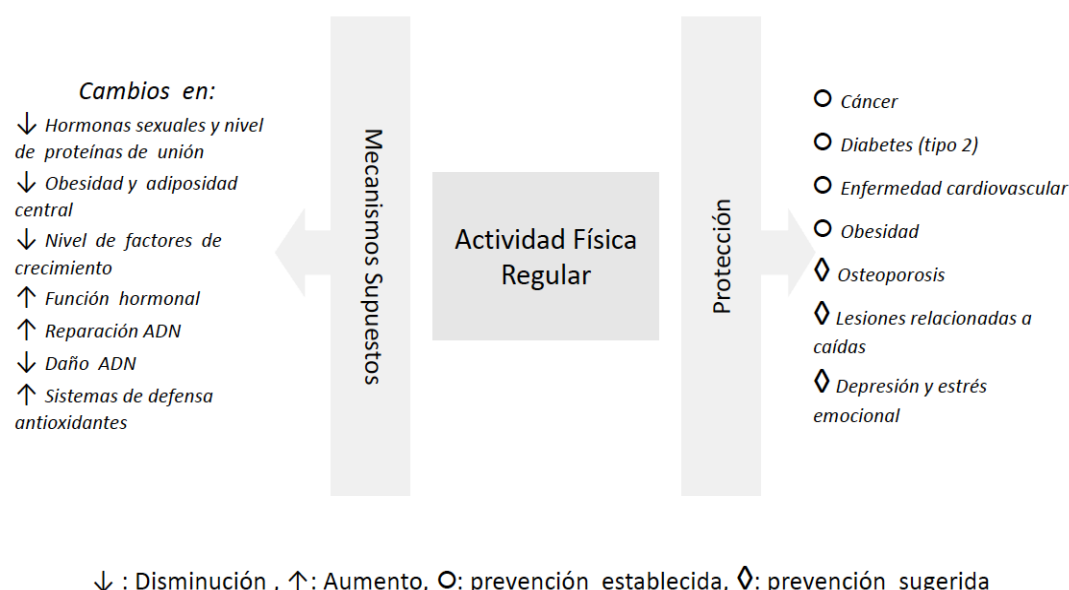


Figura 2: Efectos protectores de la actividad física en las enfermedades no transmisibles y supuestos mecanismos biológicos para la salud. **Fuente:** Figura adaptada de Kruk (2007).

Sin embargo, para lograr estos beneficios, los distintos tramos etáreos poblacionales deberán acumular un mínimo de minutos diarios o semanales para ser considerados como activos (World Health Organization, 2010b). El grupo de 5 a 17 años, deberá realizar AF basada en juegos, deportes, educación física programada, desplazamientos, ya sea en el colegio, con las familias o comunidades. Para el grupo de 18 a 64 años y de 65 años y más, la AF se puede realizar en los distintos contextos tales como recreativos o de ocio, de desplazamiento, ocupacionales, en deportes o tareas domésticas. Las recomendaciones de AF para los distintos grupos de edades, se reflejan en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Recomendaciones de actividad física para los distintos grupos etáreos. **Fuente:** Organización Mundial de la Salud (2010a).

De 5 a 17 años, se recomienda que:

1. Los niños y jóvenes de 5 a 17 años deberían acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa.
2. La actividad física por un tiempo superior a 60 minutos diarios reportará un beneficio aún mayor para la salud.

3. La actividad física diaria debería ser, en su mayor parte, aeróbica. Convendría incorporar, como mínimo tres veces por semana, actividades vigorosas que refuercen, en particular, los músculos y huesos.

De 18 a 64 años, se recomienda que:

1. Los adultos de 18 a 64 años deberían acumular un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana, o bien una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.

2. La actividad aeróbica se practicará en sesiones de 10 minutos de duración, como mínimo.

3. Los adultos de este grupo etáreo debieran aumentar hasta 300 minutos por semana la práctica de actividad física aeróbica moderada, o bien hasta 150 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.

4. Realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares 2 o más veces por semana.

De 65 años en adelante, se recomienda que:

1. Dediquen 150 minutos semanales a realizar actividad física aeróbica moderada, o bien algún tipo de actividad física vigorosa durante 75 minutos, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.

2. La actividad se practicará en sesiones de 10 minutos como mínimo.

3. Los adultos de este grupo etáreo debieran aumentar hasta 300 minutos semanales la práctica de actividad física aeróbica moderada, o bien acumular 150 minutos semanales de actividad física vigorosa, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.

4. Aquellos adultos con movilidad reducida deberían realizar actividades físicas para mejorar su equilibrio e impedir las caídas, tres días o más a la semana.

5. Realizar actividades que fortalezcan los principales grupos de músculos dos o más días a la semana.

6. Cuando los adultos de mayor edad no puedan realizar la actividad física recomendada debido a su estado de salud, se mantendrán físicamente activos en la medida en que se lo permita su estado.

A pesar de todos los efectos positivos reportados por la AF, cerca de un cuarto de los adultos y un 80.0% de los adolescentes no cumplen con las recomendaciones propuestas, aumentando el riesgo de mortalidad prematura y enfermedades, siendo ellos catalogados como inactivos o insuficientemente activos (Lee et al., 2012; World Health Organization, 2010b).

1.8.2 Inactividad Física

La inactividad física reconocida como una pandemia global, ocupa el cuarto lugar como factor de riesgo más importante de mortalidad, siendo la culpable del 6.0% de todas las muertes (World Health Organization, 2009a). Sólo la superan la presión arterial elevada (13.0%), el hábito tabáquico (9.0%) y una glicemia elevada (6.0%) (World Health Organization, 2009a). Según un artículo del año 2012 en la prestigiosa revista Lancet, la inactividad física mata a más de 5 millones de personas, siendo además responsable del 12.2% de la carga global de infarto agudo de miocardio (Lee et al., 2012; Mozaffarian et al., 2016). Es más, los sujetos inactivos presentan entre un 20.0% a un 30.0% mayor riesgo de mortalidad y una esperanza de vida menor de entre 3 y 5 años en comparación con los sujetos activos (World Health Organization, 2016b).

1.8.3 Epidemiología de la Inactividad Física

La prevalencia de inactividad física en adultos ha ido aumentando a lo largo de los años, estimándose para los años 2010 y 2016 cifras mundiales de 23.3% (146 países) y 27.5% (160 países), respectivamente (Guthold, Stevens, Riley, & Bull, 2018). Los mayores niveles de inactividad física se presentan en el sexo femenino superando en un 8.3% al sexo masculino (31.7% vs 23.4%). También, estas cifras son más altas en la región de las Américas (39.3%) conservando esta diferencia según sexo (45.2% vs 33.1%), y en los países con economías de altos ingresos (36.8% vs 16.2%) (Guthold et al., 2018; World Health Organization, 2018c). La **Tabla 4** refleja los niveles de inactividad física en población adulta según región a nivel mundial.

Tabla 4. Prevalencia de inactividad física en adultos. Datos según Región Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2018c).

| | | | Prevalencia de Inactividad Física (estimaciones estandarizadas-edad) (%) | | |
|-----------------------|------|--------------|---|------------------|------------------|
| Región OMS | Año | Grupo Etáreo | Ambos Sexos | Hombres | Mujeres |
| África | 2016 | ≥ 18 años | 22.1 (19.9-24.0) | 18.4 (15.8-20.9) | 25.6 (22.8-28.2) |
| Américas | 2016 | ≥ 18 años | 39.3 (37.4-40.9) | 33.1 (30.8-34.0) | 45.2 (42.9-48.6) |
| Sudeste Asiático | 2016 | ≥ 18 años | 30.5 (21.6-46.8) | 22.9 (15.1-49.8) | 38.3 (27.0-64.0) |
| Europa | 2016 | ≥ 18 años | 29.4 (27.9-32.1) | 26.2 (23.9-29.5) | 32.4 (30.5-37.0) |
| Mediterráneo Oriental | 2016 | ≥ 18 años | 34.9 (32.1-39.2) | 26.9 (25.4-30.6) | 43.5 (41.4-46.6) |
| Pacífico Oeste | 2016 | ≥ 18 años | 18.6 (16.5-23.5) | 18.8 (16.3-25.1) | 18.5 (15.5-27.3) |
| (OMS) Global | 2016 | ≥ 18 años | 27.5 (25.0-32.2) | 23.4 (21.1-30.7) | 31.7 (28.6-39.0) |

OMS= Organización Mundial de la Salud.

Según las cifras del año 2010, este panorama aún es más preocupante para los adolescentes entre los 11 a 17 años, registrando un 80.7% de inactividad física para ambos sexos (World Health Organization, 2015). Esta tendencia sigue siendo mayor en el sexo femenino alcanzando un máximo de 91.0% y un mínimo de 74.6%, en la región del Mediterráneo Oriental y Sudeste Asiático, respectivamente (World Health Organization, 2015). La **Tabla 5** refleja los niveles de inactividad física en población adolescente según región a nivel mundial.

Tabla 5. Prevalencia de inactividad física en adolescentes. Datos según Región Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2015).

| | Prevalencia de Inactividad Física (estimaciones crudas) |
|--|---|
|--|---|

| Región OMS | Año | Grupo Etáreo | Ambos Sexos | Hombres | Mujeres |
|-----------------------|------|--------------|------------------|------------------|------------------|
| África | 2010 | 11-17 años | 85.2 (82.1-88.1) | 82.3 (78.1-86.4) | 87.9 (84.3-90.8) |
| Américas | 2010 | 11-17 años | 81.2 (79.6-83.0) | 75.3 (73.0-77.8) | 87.1 (85.2-88.8) |
| Sudeste Asiático | 2010 | 11-17 años | 73.4 (71.0-75.7) | 72.5 (69.4-75.4) | 74.6 (70.5-78.3) |
| Europa | 2010 | 11-17 años | 83.2 (81.5-84.8) | 78.4 (75.7-81.0) | 87.7 (85.6-89.6) |
| Mediterráneo Oriental | 2010 | 11-17 años | 87.5 (83.5-90.7) | 84.7 (78.9-89.3) | 91.0 (82.4-95.6) |
| Pacífico Oeste | 2010 | 11-17 años | 85.0 (79.7-91.0) | 81.0 (74.9-88.6) | 88.9 (83.7-93.1) |
| (OMS) Global | 2010 | 11-17 años | 80.7 (77.5-84.0) | 77.6 (73.5-81.9) | 83.9 (79.6-87.4) |

OMS= Organización Mundial de la Salud.

1.8.4 Prevalencia de la Inactividad Física en Chile

En Chile, la ENS 2009-2010 evaluó el nivel de AF en población mayor a 15 años, a través del Cuestionario Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), concluyendo que un 27.1% de la población era inactiva (en los contextos de trabajo/ocupacional, desplazamiento y tiempo libre), siendo mayor en mujeres que en hombres (31.7% vs 22.2%). Además, estas cifras son más elevadas en la población adulta mayor (48.7%) y en los de NEDU bajo (35.4%) (Ministerio de Salud, 2009).

En lo que respecta a la práctica de AF en adolescentes entre 11 a 17 años en Chile, un 85.2% no cumple con las recomendaciones propuestas. Es más, solo 1 de cada 10 adolescentes mujeres es catalogada como activa (World Health Organization, 2015).

1.8.5 Costes financieros de la Inactividad Física

El coste de la inactividad física para el sistema de atención sanitaria internacional en el año 2013 fue de 53.8 billones de dólares, de los cuales \$31.2, \$12.9 y \$9.7 billones fueron

pagados por el sector público, el sector privado y los hogares, respectivamente (Ding et al., 2016). Estos costes están asociados a cinco ENT, siendo gastados \$5.0 billones en enfermedades coronarias del corazón, \$6.0 billones en infartos, \$2.7 billones en cáncer mamario, \$2.5 billones en cáncer de colon, y \$37.6 billones en DM tipo 2 (Ding et al., 2016). Las regiones con mayor coste directo en salud debido a la inactividad física fueron Norteamérica (\$25.7 billones), Europa (\$11.7 billones), y América Latina y el Caribe (\$3.2 billones). Además, se estiman que los costes indirectos por inactividad física a nivel mundial se aproximan a los 13.7 billones de dólares (Ding et al., 2016).

A nivel global, el coste financiero de no actuar frente a la problemática de las ENT es muy superior al coste de intervenir, y este escenario de la inactividad física es más preocupante en países con economías en rápido desarrollo, y en aquellos con economías emergentes. Es por esta y por otras razones que en el año 2013 la OMS, a través del “Global action plan for the preventions and control of noncommunicable diseases” estableció incluir un conjunto de 9 metas globales voluntarias con foco en las principales ENT y factores de riesgo que contribuyen con las mayores tasas de morbilidad y mortalidad (World Health Organization, 2013). Este plan de acción guía a los estados miembros, OMS, y otras agencias de las Naciones Unidas a alcanzar esas metas, incluyendo dentro de ellas la disminución en un 25.0% de la mortalidad prematura por ENT y en un 10.0% la inactividad física para el año 2025 (World Health Organization, 2013).

Sin embargo, el concepto de inactividad física ha sido intercambiado y utilizado de manera equívoca por el de sedentarismo, el cual también se ha evidenciado que presenta un efecto perjudicial en la salud, independientemente de los niveles de AF.

1.9 Concepto de Conducta Sedentaria

La conducta sedentaria (CS) hace referencia a actividades durante el estado de vigilia que requieren un bajo gasto energético, específicamente ≤ 1.5 METs, adoptadas solamente en posición sedente o acostada (Tremblay et al., 2017). Más importante aún, es que la CS es un factor de riesgo independiente de los niveles de AF (Thorp, Owen, Neuhaus, & Dunstan, 2011b), evidenciándose una asociación inversa con los indicadores de salud

(Mansoubi, Pearson, Biddle, & Cledes, 2014). Así mismo, un individuo que permanece gran parte del día en posición sedente puede ser considerado como activo o inactivo, siendo esta última combinación de factores de riesgo (CS e inactividad) la más perjudicial para el desarrollo de las ENT. Es más, el modelo propuesto por la Red de Investigadores de la CS (SBRC, por sus siglas en inglés), se basa en el movimiento organizado según gasto energético en un período de 24 horas, incluyendo al sueño, la AF ligera, la AF moderada, la AF vigorosa, y la CS (Tremblay et al., 2017). El modelo está representado en la **Figura 3**, en donde los movimientos que se llevan a cabo durante el día se organizan en dos círculos, siendo el interno representado por las actividades principales según gasto energético y el externo subcategorías de esta, usando las posturas.

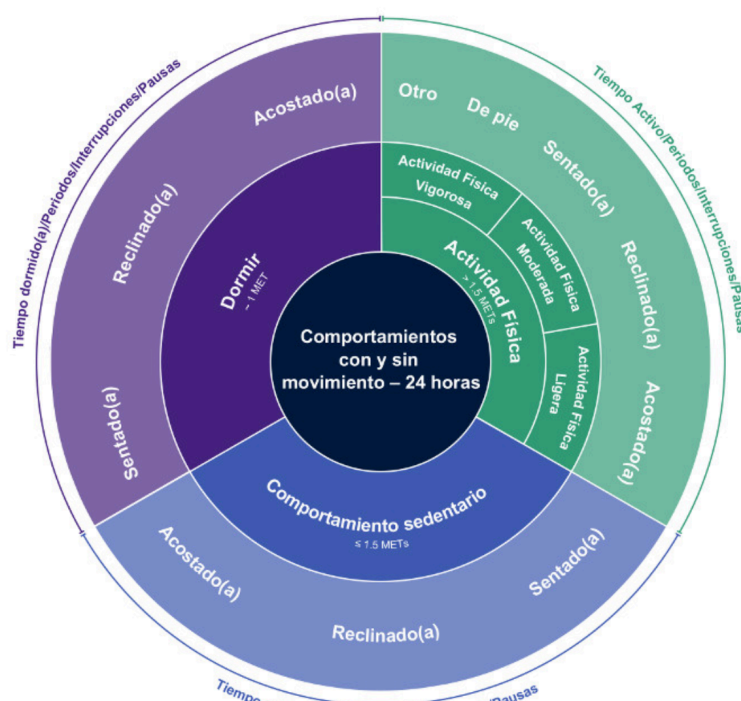


Figura 3: Ilustración del modelo conceptual final de la terminología basada en movimiento organizado en un período de 24 horas. **Fuente:** Figura traducida al español de Tremblay (2017).

1.9.1 Efectos perjudiciales de la Conducta Sedentaria sobre la salud

Durante la mayor parte del día, los individuos permanecen entre un 50.0% a 60.0% de sus horas en vigilia en CS, siendo esto aproximadamente 8.4 horas (Healy, Matthews, Dunstan, Winkler, & Owen, 2011). Varias revisiones sistemáticas y meta-análisis han

explorado la asociación entre la CS y: la mortalidad por todas las causas, la mortalidad cardiovascular, las ECV, y la DM tipo 2 (Chau et al., 2013; Ford & Caspersen, 2012; Grøntved & Hu, 2011; Proper et al., 2011; Thorp, Owen, Neuhaus, & Dunstan, 2011a; van Uffelen et al., 2010; Wilmot et al., 2012). La mayoría de estos estudios responsabilizan al tiempo frente a la pantalla, o frente al televisor como las principales modalidades de CS que afectan a los indicadores en salud, independientemente de los niveles de AF. La **Figura 4** refleja los efectos de la CS en los factores de riesgo cardiovasculares, alterando la estructura y función vascular, la capacidad cardiorrespiratoria, entre otras (Carter, Hartman, Holder, Thijssen, & Hopkins, 2017).

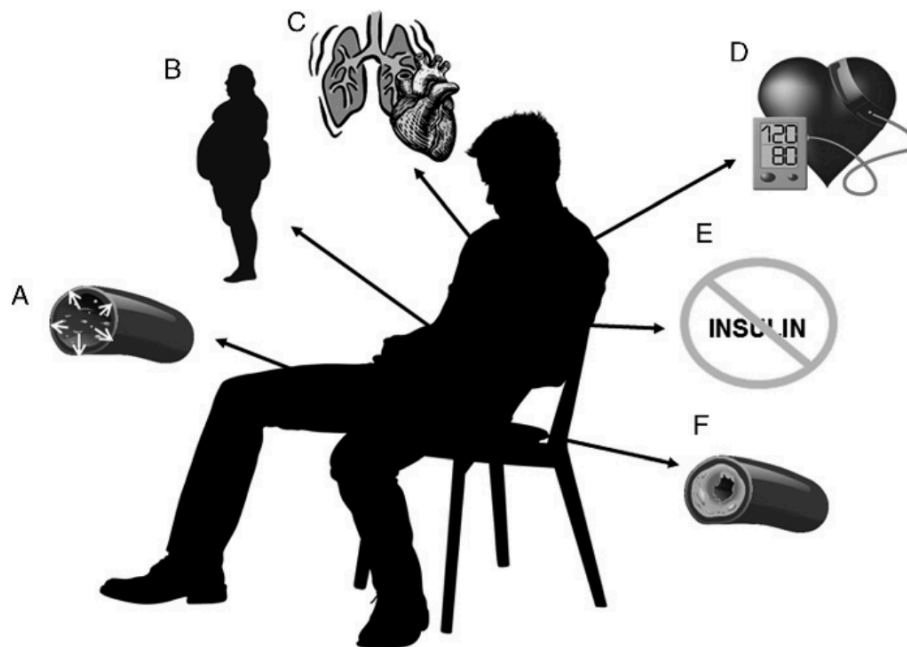


Figura 4: Esquema de los efectos de la conducta sedentaria sobre los factores de riesgo cardiovasculares. A. Estructura y función vascular: rigidez y engrosamiento de la íntima-media; disminuye la función endotelial. B. Aumento del índice de masa corporal. C. Disminución del fitness cardiorrespiratorio. D. Aumento de la presión arterial. E. Aumenta la resistencia a la insulina. F. Aumentan los lípidos en sangre. Figura traducida al español de Carter (2017).

1.9.2 Epidemiología de la Conducta Sedentaria

Actualmente, si bien existen estudios que asocian la CS y los indicadores en salud, pocos se han centrado en estimar la prevalencia en poblaciones. Un estudio reciente por Bauman, Petersen, Blond, Rangul & Hardy (2018) que incluyó 39 artículos de países con economías de altos ingresos y con población adulta concluyó que, la mediana del tiempo total diario en CS era de 8.2 horas/día (rango 4.9 a 11.9 horas/día) cuando era medida con instrumentos objetivos. Sin embargo, cuando se auto-reportaba a través de cuestionarios, la mediana era de 5.5 horas/día (rango 3.8 a 7.6 horas/día) (Bauman, Petersen, Blond, Rangul, & Hardy, 2018). Además, aproximadamente un tercio de ellos reportó estar más de 7 a 8 horas sentados, y un 25.0% más de 11 horas/día (Bauman et al., 2018). Otros estudios publicados en los años 2008 y 2011 utilizando instrumentos objetivos, demostraron un promedio de 7.7 y 9.5 horas/día en posición sentada, respectivamente (Colley et al., 2011; Matthews et al., 2008). La gran cantidad de horas en esta posición, se debe a que los puestos de trabajo están confeccionados para estar sentados representando una mediana de 4.2 horas/día (rango 3.0 a 6.3 horas/día) (Bauman et al., 2018). También, cabe destacar que el tiempo en CS fuera del trabajo como lo son el tiempo en pantalla o frente al televisor, y el tiempo en desplazamientos acumulan 2.2 horas/día (mediana) y 1.2 horas/día, respectivamente, siendo mayor para aquellos que viajan en transporte privado (Bauman et al., 2018; Ding, Gebel, Phongsavan, Bauman, & Merom, 2014). Sin embargo, el tiempo de transporte depende tanto de la planificación urbana y de transporte como también de la cultura (Owen et al., 2011).

Con respecto a las características sociodemográficas, aquellos con mayores horas en CS pertenecían a NEDUs más altos o a grupos de mayores ingresos, obviamente relacionados al puesto de trabajo, siendo mayor en el sexo masculino (Bennie et al., 2013; Mielke, da Silva, Owen, & Hallal, 2014). También, existe una asociación inversa en los tiempos frente al televisor, siendo mayor en los grupos de menor nivel socioeconómico, en la población inmigrante y en los adultos mayores (Shuval, Gabriel, & Leonard, 2013).

1.9.3 Panorama nacional de la Conducta Sedentaria en Chile

En Chile, según la ENS 2009-2010, de un total de 5237 participantes ≥ 15 años, el tiempo en CS fue de 207.7 minutos/día (Ministerio de Salud, 2009). Con respecto al sexo, los hombres permanecen sentados un mayor tiempo en comparación a las mujeres (219.3 minutos/día vs 199.8 minutos/día). También, se observa una relación dosis respuesta con el NEDU, siendo aquellos categorizados como > 12 años de estudio los que presentan mayores minutos al día en CS, en comparación a los de 8 a 12, y < 8 años (Ministerio de Salud, 2009). Por último, aquellos participantes residentes en zonas urbanas presentan mayores niveles de CS que los que viven en zonas rurales (217.7 minutos/día vs 151.5 minutos/día).

Sin embargo, a pesar de los efectos adversos de la CS, existen otros estudios que evidencian que la AF y el ejercicio son herramientas más efectivas en el control de la ENT, siendo capaces de contrarrestar el daño provocado por esta conducta (Ekelund et al., 2016).

1.10 Efectos del ejercicio físico en la Diabetes Mellitus

Existe evidencia que sostiene que las intervenciones basadas en ejercicio reducen la HbA1c mejorando la homeostasis de la glucosa, en comparación a intervenciones sin ejercicio (Warburton et al., 2006).

1.10.1 Efectos del ejercicio físico en la Diabetes Mellitus tipo 1

La realización de ejercicio físico en este tipo de pacientes es mucho más complejo, ya que deben tener un buen control glicémico y régimen terapéutico (farmacológico y nutricional), además de no presentar complicaciones (Colberg et al., 2016). Por estas razones, la evidencia científica disponible es escasa y a la vez contradictoria acerca de los beneficios del ejercicio sobre la HbA1c. Un meta-análisis del año 2014 que incluyó 11 estudios encontró que el ejercicio favorecía la reducción de los niveles de HbA1c en 0.52% (IC 95% -0.97 a -0.07) (Quirk, Blake, Tennyson, Randell, & Glazebrook, 2014). En este meta-análisis, un análisis de sensibilidad demostró que la práctica de ejercicio ≥ 3 veces

por semana era la frecuencia mínima necesaria para disminuir en -0.70% (IC 95% -1.18 a -0.22) los niveles de HbA1c (Quirk et al., 2014). También, otro meta-análisis del mismo año concluyó que el ejercicio contribuía a mejorar el control metabólico en -0.85% (IC 95% -1.45 a -0.25) (Macmillan et al., 2014). Estos autores, además, concluyen que existen mayores beneficios cuando la duración del programa, el tiempo de las sesiones y la frecuencia semanal son más largas e involucran ejercicios de tipo aeróbicos y de fuerza en la misma sesión (ejercicio de tipo combinado) (Macmillan et al., 2014).

Yardley, Hay, Abou-Setta, Marks & McGavock (2014) llevaron a cabo un meta-análisis con 4 estudios, concluyendo que el grupo con ejercicio presentaba una reducción de 0.78% (IC 95% -1.14 a -0.41) en los niveles de HbA1c, a diferencia del grupo sin intervención (Yardley, Hay, Abou-Setta, Marks, & McGavock, 2014). Además, los mayores beneficios (HbA1c -0.70% ; IC 95% -1.40 a -0.04) se encontraron en aquellos pacientes con peor control metabólico (HbA1c $> 8.5\%$) (Yardley et al., 2014).

Por el contrario, un meta-análisis realizado en el año 2013, no encontró disminuciones significativas en el control metabólico con el ejercicio (IC 95% -0.59 a 0.09) (Kennedy et al., 2013). En los análisis de sensibilidad, tampoco se asoció según; diseños randomizados o no-randomizados, ni duración de la intervención (Kennedy et al., 2013). Algunas de las razones que se manejan con respecto a estos hallazgos son, un aumento de la ingesta calórica, o disminuciones en la dosis de insulina al momento del ejercicio, o falta de poder estadístico (Kennedy et al., 2013). También, el meta-análisis realizado por Ostman, Jewiss, King y Smart (2018) en donde se incluyeron 11 ensayos clínicos, no encontraron diferencias significativas entre los grupos con y sin ejercicio, tanto en adultos (HbA1c -0.08 ; IC 95% -0.38 a 0.22) como en niños (HbA1c -0.27% ; IC 95% -0.73 a 0.19) (Ostman, Jewiss, King, & Smart, 2018).

1.10.2 Efectos del ejercicio físico en la Diabetes Mellitus tipo 2

Un meta-análisis por Chudyk & Petrella (2011) incluyó 34 ensayos clínicos que cumplieron con todos sus criterios de selección (Chudyk & Petrella, 2011). Los resultados mostraron que tanto el ejercicio aeróbico como el de tipo combinado (ejercicio aeróbico + ejercicio

de fuerza), disminuyeron la HbA1c en 0.60% (IC 95% -0.98 a -0.27) y 0.67% (IC 95% -0.93 a -0.40), respectivamente (Chudyk & Petrella, 2011). Otro meta-análisis del mismo año, concluyó que el ejercicio físico se asocia con una reducción de la HbA1c en un 0.67% (IC 95% -0.84 a -0.49) (Umpierre et al., 2011). Específicamente, al observar los distintos tipos de ejercicio, las reducciones de HbA1c disminuyeron en un 0.73% (IC 95% -1.06 a -0.40) con el de tipo aeróbico, 0.57% (IC 95% -1.14 a -0.01) con el de fuerza y 0.51% (IC 95% -0.79 a -0.23) con el combinado, en comparación al grupo control (Umpierre et al., 2011). Otro hallazgo importante en este mismo estudio fue que los participantes clasificados como activos, presentaron la mayor reducción en la HbA1c (-0.89%; IC 95% -1.26 a -0.51) (Umpierre et al., 2011) en comparación con los inactivos.

Un meta-análisis del año 2014 que incluyó 12 ensayos clínicos reportó una mayor reducción en los niveles de HbA1c con el ejercicio aeróbico (HbA1c -0.46%; IC 95% -0.64 a -0.29) que con el de fuerza (HbA1c -0.32%; IC 95% -0.45 a -0.19) (Z. Yang, Scott, Mao, Tang, & Farmer, 2014). Sin embargo, no existieron diferencias en los factores de riesgo cardiovasculares ni en las complicaciones según el tipo de ejercicio (Z. Yang et al., 2014). Qiu, Cai, Schumann, Velders, Sun & Steinacker (2014) condujeron un meta-análisis con 16 ensayos clínicos, incluyendo a 724 participantes (Qiu et al., 2014). Los resultados indicaron que un programa de ejercicio aeróbico basado en caminatas, disminuyó la HbA1c en 0.50% (IC 95% -0.78 a -0.21) (Qiu et al., 2014).

Otro meta-análisis del año 2018, cuyo objetivo era comparar las distintas modalidades de ejercicio en la mejora del control metabólico incluyó 24 ensayos clínicos (Pan et al., 2018). Al comparar la intervención en base a ejercicio combinado, o ejercicio aeróbico, o ejercicio de fuerza vs el grupo control, se encontraron diferencias significativas de -0.53% (IC 95% -0.68 a -0.45), -0.30% (IC 95% -0.60 a -0.45) y -0.30% (IC 95% -0.38 a -0.15), respectivamente, en los niveles de HbA1c. El ejercicio combinado demostró mayores reducciones en los niveles de HbA1c, al compararse con el ejercicio aeróbico (HbA1c -0.23%; IC 95% -0.30 a -0.08) o con el de fuerza (HbA1c -0.23%; IC 95% -0.38 a -0.15). Por último, estos autores también encontraron que el ejercicio supervisado ya sea aeróbico o de fuerza, presenta una mayor disminución en los niveles de HbA1c, que al ser no supervisados (Pan et al., 2018).

Por último, un meta-análisis que incluyó 17 estudios publicado en el año 2019 estableció que una intervención en base a ejercicio reduce en un 0.58% la HbA1c (IC 95% -0.89 a -0.27) (Jang, Cho, Lee, Shin, & Lee, 2019). Sin embargo, los niveles basales de HbA1c previo a la intervención eran mayores en el grupo de intervención. Por esta razón, se llevaron a cabo análisis de sensibilidad demostrando que aquellos sujetos con mayores niveles de HbA1c previo a la intervención ($\geq 7.5\%$), presentaron mayores reducciones en este indicador posterior a un programa de ejercicios que aquellos con menores niveles de HbA1c (-0.68% IC 95% -1.09 a -0.28 vs -0.44% IC 95% -0.61 a -0.27). Al analizar según el tipo de ejercicio; el de tipo aeróbico y el de tipo combinado experimentaron un descenso de 0.77% (IC 95% -1.07 a -0.46) y de 0.67% (-1.04 a -0.30) en los niveles de HbA1c, en comparación al grupo control (Jang et al., 2019).

Según la evidencia del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en Inglés) y la práctica clínica de la ADA, existe sustento científico suficiente que la AF actúa como una estrategia efectiva para el buen control metabólico (American Diabetes Association, 2018). La **Tabla 6** refleja las recomendaciones de AF según niveles de evidencia para población diabética.

Tabla 6: Recomendaciones de actividad física según niveles de evidencia para población diabética.

| Recomendación | Nivel de Evidencia | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| | Diabetes Mellitus tipo 1 | Diabetes Mellitus tipo 2 |
| Autorización médica pre-ejercicio es generalmente innecesaria para individuos asintomáticos previo al comienzo de actividad física de baja o moderada intensidad que no excedan las demandas de caminata rápida o de actividades de la vida diaria. | B | B |
| La mayoría de los adultos con diabetes deberían realizar 150 minutos o más de actividad moderada a vigorosa semanalmente, repartidas en al menos 3 veces/semana, | B | C |

| | | |
|---|---|---|
| sin dejar más de 2 días consecutivos sin actividad. Duraciones menores (mínimo 75 min/semana) de intensidad vigorosa o entrenamiento interválico pueden ser suficientes para individuos jóvenes o más acondicionados físicamente. | | |
| Niños y adolescentes con diabetes tipo 1 o 2 debieran realizar 60 min/día o más de actividad aeróbica moderada, incluyendo actividad vigorosa de fortalecimiento muscular y óseo al menos 3 días/semana. | C | C |
| Adultos con diabetes debieran realizar 2 a 3 sesiones/semanas de ejercicio de fuerza en días no consecutivos. | C | B |
| Entrenamiento de flexibilidad y balance son recomendados 2 a 3 veces/semana para adultos mayores con diabetes. Yoga y Tai Chi pueden incluirse basados en las preferencias individuales para aumentar la flexibilidad, fuerza muscular y balance. | C | C |
| Los individuos con diabetes o prediabetes son incentivados a aumentar su actividad física diaria esporádica (no ejercicio) para conseguir beneficios a la salud adicionales. | C | C |
| Para conseguir mayores beneficios en salud por parte de los programas de actividad física, se recomienda participación en programas supervisados y no supervisados en entrenamiento. | B | B |

Categorías Nivel de Evidencia ADA (A, superior; E, inferior).

1.11 Efectos del ejercicio físico en el Síndrome Metabólico

Pattyn, Cornelissen, Eshghi & Vanhees (2013) realizaron un meta-análisis con 7 ensayos clínicos incluyendo solamente la modalidad de ejercicio aeróbico (Pattyn, Cornelissen, Eshghi, & Vanhees, 2013). Los resultados reflejaron una disminución del PC (-3.36 cm; IC 95% -4.87 a -1.84), y de la presión arterial sistólica (-7.11 mmHg; IC 95% -9.03 a -5.18) y diastólica (-5.15 mmHg; IC 95% -6.16 a -4.13). Además, se observó un aumento en los niveles de HDL en 0.06 mg/dL (IC 95% 0.03 a 0.09) (Pattyn et al., 2013).

Un meta-análisis del año 2017 que incluyó 16 ensayos clínicos, comprobó la efectividad del ejercicio aeróbico, y combinado vs grupos sin intervención (Ostman et al., 2017). Con el ejercicio aeróbico se logró demostrar una reducción de 1.37 cm (IC 95% -2.02 a -0.71) en el PC, 0.16 mmol/L (IC 95% -0.32 a -0.01) en la glucosa plasmática en ayunas, 0.21 mmol/L (IC 95% -0.29 a -0.13) en los TGD, y 2.54 mmHg (IC 95% -4.34 a -0.75) y 2.27 mmHg (IC 95% -3.47 a -1.06) en la presión arterial sistólica y diastólica, respectivamente (Ostman et al., 2017). Para el grupo de intervención basado en ejercicio combinado, se reflejó una disminución de 3.80 cm (IC 95% -5.65 a -1.95) en el PC y de 3.79 mmHg (IC 95% -6.18 a -1.40) en la presión arterial sistólica (Ostman et al., 2017). Además, se registró un aumento en los niveles de HDL en 0.14 mmol/L (IC 95% 0.04 a 0.25) (Ostman et al., 2017).

Otro meta-análisis realizado por Wewege, Thom, Rye & Parmenter (2018) que incluyó 11 ensayos clínicos controlados concluyó que el ejercicio aeróbico reducía: el PC en 3.44 cm (IC 95% -4.81 a -2.07), la glucosa plasmática en ayunas en 0.15 mmol/L (IC 95% -0.29 a -0.02), los TGD en 0.29 mmol/L (IC 95% -0.43 a -0.14), y la presión arterial diastólica en 1.59 mmHg (IC 95% -2.86 a -0.32) (Wewege, Thom, Rye, & Parmenter, 2018). Por otra parte, esta modalidad de ejercicio aumentaba los niveles de HDL en 0.05 mmol/L (IC 95% 0.01 a 0.08). Los análisis de sensibilidad sugieren mayores efectos benéficos, cuando el ejercicio aeróbico se practica por lo menos 3 días/semana y por períodos mayores a 12 semanas (Wewege et al., 2018). Recientemente, Lemes, Turi-Lynch, Caverro-Redondo, Linares & Monteiro (2018) realizaron un meta-análisis con 17 ensayos clínicos controlados, demostrando que el ejercicio aeróbico reducía el PC en 2.18 cm (IC 95% -3.75 a -0.62), y la presión arterial sistólica y diastólica en 5.11 mmHg (IC 95% -7.36 a -2.85) y 2.97 mmHg (IC 95% -4.99 a -0.94), respectivamente (Lemes, Turi-Lynch, Caverro-Redondo, Linares, & Monteiro, 2018).

1.12 Efectos del ejercicio físico en el Sobrepeso y Obesidad

Un meta-análisis realizado por Schwingshackl, Dias, Strasser & Hoffman (2013) que incluyó a 15 ensayos clínicos controlados, comprobó la efectividad del ejercicio aeróbico, ejercicio de fuerza, y el ejercicio combinado en parámetros antropométricos de sujetos con sobrepeso y obesidad (Schwingshackl, Dias, Strasser, & Hoffmann, 2013). Los

resultados indicaron que el ejercicio aeróbico demostró una mayor reducción del peso corporal y del PC en 1.15 kg (IC 95% -2.23 a -0.07) y en 1.10 cm (IC 95% -1.85 a -0.36), respectivamente, que el ejercicio de fuerza. Sin embargo, el ejercicio combinado logró una mayor reducción del peso corporal (-2.03 kg) y PC (-1.57 cm) al compararse con el ejercicio de fuerza (Schwingshackl et al., 2013).

Conn, Hafdahl, Phillips, Ruppar & Chase (2014) realizaron un meta-análisis, comprobando la efectividad del ejercicio supervisado en sujetos con sobrepeso (Conn, Hafdahl, Phillips, Ruppar, & Chase, 2014). Los resultados demostraron una reducción de 2.4 kg en comparación con el grupo control (Conn et al., 2014).

Por último, un meta-análisis del año 2018 que incluyó a 16 ensayos clínicos controlados, concluyó que un programa de ejercicios realizado en la atención primaria de salud, presentó una reducción en el IMC de 0.21 kg/m² (IC 95% -0.41 a -0.01) (Goryakin, Suhlrie, & Cecchini, 2018). Esta reducción equivale a un 0.7% asumiendo un promedio de IMC igual a 30 kg/m², el cual es el valor mínimo que define la obesidad (Goryakin et al., 2018).

1.12 Relevancia de la tesis

Esta tesis doctoral añadirá información relevante acerca de los beneficios de la AF, en especial, del contexto de desplazamiento en países de ingresos medios pertenecientes a América Latina. Todos los hallazgos, aportarán a la nueva herramienta “ACTIVE” desarrollada por la OMS, que busca comprometer a los gobiernos a iniciar y facilitar la colaboración interministerial y a nivel local (educación, transporte, planificación urbana, salud y deporte) con el fin de combatir los altos niveles de inactividad física en la población. Dentro de las cuatro áreas de acción, una de ellas hace referencia a los ambientes activos, promoviendo infraestructura, espacios abiertos, y áreas verdes óptimas para caminar y montar en bicicleta, pudiendo combatir las barreras que impiden ser activos.

2. OBJETIVOS

DE LA TESIS DOCTORAL

2. OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL

2.1 Objetivos

Los objetivos propuestos para esta tesis doctoral fueron:

Artículo 1

(i) Examinar la asociación entre los niveles de actividad física y el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus de dos hospitales públicos en Chile.

Artículo 2

(ii) Examinar la asociación entre transporte activo y síndrome metabólico, y sus componentes en una muestra representativa nacional de adultos chilenos.

Artículo 3

(iii) Examinar las asociaciones y las reasignaciones teóricas de la conducta sedentaria y los contextos de actividad física con los indicadores de obesidad en una muestra representativa nacional de adultos chilenos.

3. AIMS OF THIS PhD THESIS

3. AIMS OF THIS PhD THESIS

3.1 Aims

The proposed aims for this doctoral thesis were:

Article 1

(i) To examine the association between leisure time physical activity and metabolic control, in adults with diabetes mellitus.

Article 2

(ii) To examine the association between travel physical activity and prevalence of metabolic syndrome and its components in a national representative sample of Chilean adults.

Article 3

(iii) To examine independent associations and theoretical reallocations of sedentary behavior and physical activity domains with obesity indicators in a nationally representative sample from Chile.

4. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 1

4. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 1

4.1 Diseño, población y muestra

Esta investigación de tipo observacional con diseño transversal analítico se llevó a cabo desde los meses de octubre de 2016 a mayo 2017, en dos hospitales públicos de Santiago de Chile. Los participantes eran pacientes diabéticos tipo 1 y 2 con atención ambulatoria de los Hospitales San Borja Arriarán y El Pino, respectivamente. Para el cálculo muestral ajustado por pérdidas (15.0%) se utilizó un 5% como error tipo 1 ($z=1.96$), un 9.4% como proporción esperada ($p=0.094$) según la ENS 2009-2010 y un 5% de precisión ($d=0.05$), arrojando un total de 145 participantes (Ministerio de Salud, 2009). El muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia, incluyó a todos los pacientes con resultados de inmunoensayo de HbA1c en el último mes, y que además cumplieren con los criterios de selección respectivos para cada tipo de DM. Los criterios de inclusión para los pacientes con DM tipo 1 estipulaban: diagnóstico médico por anticuerpos (por ejemplo: células del islote, insulina, proteína tirosina fosfatasa o ácido glutámico descarboxilasa 65) y péptido C, y con tratamiento insulínico permanente iniciado dentro del primer año del diagnóstico. Por otra parte, los criterios de inclusión para los DM tipo 2 eran: tener entre 40 a 65 años, con una duración de la enfermedad ≥ 12 meses, y bajo tratamiento con fármacos hipoglicemiantes orales solamente (metformina, sulfonilureas o acarbosa). En el caso que alguno de los pacientes presentase ya sea por ficha o historia clínica alguna de las siguientes condiciones: embarazo, infarto agudo al miocardio, bypass coronario, derrame cerebral, complicaciones de la DM (retinopatía, nefropatía o neuropatía), enfermedad pulmonar crónica, discapacidad (amputación, parálisis), lesión en las extremidades inferiores (< 3 meses) o uso de ayudas externas (órtesis o prótesis), era excluido. Los pacientes fueron captados en los hospitales e invitados a participar de forma voluntaria (siempre que cumplieren con los criterios de selección) al salir de su control rutinario con el médico. Pasadas dos semanas de nuestra invitación, y previa confirmación vía telefónica, se citaron en el hospital y se registró: la edad, el sexo, el NEDU, los niveles de AF, el consumo de alcohol y el consumo de tabaco. También se midió la talla, el peso y el PC. Por último, se revisó la ficha clínica para registrar diagnóstico de hipertensión,

niveles de HbA1c y perfil lipídico (DM tipo 1: HDL, lipoproteínas de baja densidad (LDL) y TGD; DM tipo 2: Colesterol total).

4.2 Variables e Instrumentos

4.2.1 Hemoglobina glicosilada

El nivel de HbA1c se determinó por cromatografía líquida de alta resolución (*HPLC*, por sus siglas en inglés), reflejando el control metabólico de los pacientes de 2 a 3 meses previos a la extracción venosa. Según varios autores, la HbA1c presenta una sensibilidad del 44.0% y una especificidad del 79.0% (Cowie et al., 2010; Kilpatrick, Bloomgarden, & Zimmet, 2009; Malkani & Mordes, 2011).

4.2.2 Actividad física

Los niveles de AF se evaluaron con la segunda versión del GPAQ generado por la OMS (Bull, Maslin, & Armstrong, 2009). Este cuestionario también tiene como función cuantificar y/o monitorizar los niveles de AF en la población, registrando en “una semana (sem) típica” la frecuencia (durante al menos 10 minutos) a través de los días, y en “un día típico” la duración en horas (hr) y minutos (min) (World Health Organization, 2009b). También, registra la duración “en un día típico” de CS (horas y minutos), haciendo referencia a actividades realizadas en posición sentada o recostada durante las horas de vigilia, excluyendo al tiempo utilizado para dormir. El GPAQ permite conocer los niveles de AF en los contextos de trabajo u ocupacional (remunerado o no, ya sea: estudiando, labores domésticas, pescando, cultivando, etc...), de desplazamiento o transporte o traslado (por ejemplo: desplazamiento al trabajo, al supermercado, a la universidad, etc..), y de tiempo libre o recreacional (por ejemplo: deportes, gimnasio, etc...) (World Health Organization, 2009b). Con respecto a la intensidad, el GPAQ establece que el contexto de desplazamiento es de tipo moderado (4 a 8 METs), pudiendo describirse como una actividad que causa una ligera aceleración de la frecuencia cardíaca o respiratoria. Sin embargo, los contextos de trabajo y tiempo libre además, los clasifica también como vigoroso (> 8 METs), refiriéndose a un esfuerzo físico importante que causa gran aceleración de la frecuencia respiratoria o cardíaca (World Health Organization,

2009b). Cabe destacar que todos los contextos consideran un período mínimo de 10 minutos para que la actividad sea considerada bajo las recomendaciones de AF. En total, el cuestionario consta de 16 preguntas y permite calcular los minutos al día en los distintos contextos, estando validado en población chilena (Leppe et al., 2012) (ver **Anexo 2**).

4.2.3 Antropometría

La altura y el peso fueron medidos acorde a los protocolos estandarizados (descalzos y con ropa ligera) por una enfermera capacitada utilizando un tallímetro/estadiómetro modelo SECA 206, y una balanza modelo SECA 804. Cabe destacar que estos instrumentos presentan una precisión para la talla y el peso de 0.1 centímetros y 0.1 kilos (kg), respectivamente (Marfell-Jones, Stewart, & Olds, 2006). Posteriormente, se calculó el IMC como el peso dividido por la altura en metros (m) al cuadrado.

Por otra parte, el PC fue registrado con una cinta métrica no distensible modelo SECA 201, con precisión de 0.1 cm. La medición se realizó a nivel de la línea media axilar, en el punto medio entre la cresta iliaca y el borde inferior de la última costilla, con el usuario en posición bípeda y al final de una espiración normal (Marfell-Jones et al., 2006).

4.2.4 Perfil lipídico e hipertensión

Los niveles de HDL, LDL y TG del último mes, fueron obtenidos de la ficha clínica solamente en 85 pacientes con DM tipo 1. Sin embargo, para los pacientes con DM tipo 2, estos parámetros no se encontraban disponibles, y se registraron los niveles totales de colesterol para caracterizar el perfil metabólico. Por último, de la ficha clínica también se obtuvo el diagnóstico médico de hipertensión y el tipo de fármaco para los DM tipo 1 (bomba de insulina o terapia combinada).

4.2.5 Sociodemográficas

Se registraron edad, sexo y NEDU (bajo: < 8, medio: 8 a 12, alto: > 12 años de escolaridad).

4.3 Análisis de datos

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico Stata para Windows, en su versión 14.0 (StataCorp LP), estableciendo un nivel de significación estadística de $p < 0.05$. El análisis descriptivo de las variables cuantitativas se expresó en base al promedio y desviación estándar, mientras que para las variables cualitativas en frecuencia y porcentajes. Se categorizaron los distintos contextos de AF según las recomendaciones de la OMS (min/sem) en pacientes que no practicaban AF (0 min/sem), que practicaban menos de lo recomendado (0.1 a 149.9 min/sem), y los que eran considerados activos (≥ 150 minutos/sem). También, se clasificó el perfil lipídico según riesgo cardiovascular para los DM tipo 1, considerando un riesgo cardiovascular alto cuando el LDL ≥ 100 mg/dL, el HDL < 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres, y los TGD ≥ 150 mg/dL.

Las diferencias por tipos de DM fueron evaluadas con T-student, y Chi cuadrado o test exacto de Fisher para las variables cuantitativas y categóricas, respectivamente. También, se utilizó el test de ANOVA para observar diferencias por tipos de DM según niveles de AF, con las variables cuantitativas, posterior a comprobar la igualdad de varianzas con el test de Bartlett.

Por último, se utilizó una regresión lineal multivariada para evaluar la asociación entre los niveles de AF en tiempo libre y demás variables predictoras de forma independiente con los niveles de HbA1c. Para este análisis, la HbA1c fue transformada en base al logaritmo, y los pacientes que reportaron 0 min/día en el contexto de tiempo libre fueron utilizados como los de referencia. Se elaboraron modelos de regresión ajustados primeramente por las variables edad, sexo y NEDU (modelo 1). Luego, al modelo 1 se le agregaron las covariables IMC, PC, diagnóstico de hipertensión, y los contextos de desplazamiento y trabajo (modelo 2). Por último, al modelo 2 se le agregaron las variables LDL, HDL, TGD y tipo de fármaco utilizado para los DM tipo 1, y solamente los niveles de colesterol para el tipo 2. Para una correcta comparación e interpretación entre las covariables, los resultados se presentaron con el coeficiente β estandarizado. No se encontraron interacciones entre el sexo o la edad, y la AF en tiempo libre con la HbA1c.

4.4 Aspectos éticos

Este estudio se llevó a cabo de acuerdo a los estándares éticos establecidos bajo la Declaración de Helsinki (59ª Asamblea General, Seul, Korea, octubre 2008), las Normas de Buena Práctica Clínica, y de acuerdo a la legislación chilena que regula las investigaciones en seres humanos (Ley 20120). Los protocolos del estudio fueron aprobados por los Comités Éticos del Servicio Metropolitano de Salud Central (DM tipo 2) y Servicio Metropolitano de Salud Sur (DM tipo 1). A cada participante se le informó acerca del estudio y sus objetivos, dejando en claro que su participación era completamente voluntaria previa a la firma del consentimiento informado (Ley 20584) **(Anexos 3 y 4)**. Toda la información obtenida durante la investigación fue tratada confidencialmente según lo estipula la Ley 19628 con la protección de datos de carácter personal. Para este proceso, a cada participante se le asignó un identificador (numérico), y la información recopilada fue almacenada en un solo ordenador con clave perteneciente al investigador principal.

4.5 Financiación

Esta investigación no obtuvo ninguna financiación pública o privada.

4.6 Resultados Principales

La muestra final incluyó a 101 (46.5% mujeres) pacientes tipo 1 y a 100 pacientes tipo 2 (77.0% mujeres). Los pacientes tipo 2 presentaron mayor edad (57.8 ± 5.2 años vs 34.4 ± 12.3 años), IMC (31.2 ± 5.5 kg/mt² vs 25.2 ± 3.6 kg/mt²), PC (90.0 ± 12.7 cm vs 84.7 ± 12.8 cm) y HbA1c ($9.0 \pm 1.6\%$ vs $8.4 \pm 1.5\%$) que los de tipo 1 ($p < 0.001$). Por el contrario, los pacientes diabéticos tipo 1 cumplían en mayor medida con las recomendaciones de AF, en comparación con los de tipo 2 (35.6% vs 8.0%). Sin embargo, cabe destacar que en ambos grupos, los pacientes clasificados como activos presentaban menores niveles de HbA1c (Tipo 1: $8.0 \pm 1.6\%$; Tipo 2: $8.1 \pm 1.4\%$) en comparación con los que no practicaban AF (tipo 1: $8.8 \pm 1.5\%$; tipo 2: $9.2 \pm 1.4\%$) en tiempo libre ($p < 0.01$).

La regresión lineal multivariada para los pacientes tipo 1 en el modelo 1, reflejó una asociación independiente entre la HbA1c y el NEDU alto ($\beta = -0.63$; IC 95% -0.46 a -0.01), como también entre la HbA1c y los pacientes activos en tiempo libre ($\beta = -0.24$; IC 95% -0.16 a -0.01). Sin embargo, para estos mismos pacientes, en el modelo 2 ($\beta = -0.25$; IC 95% -0.16 a -0.01) y 3 ($\beta = -0.25$; IC 95% -0.16 a -0.01), los pacientes activos en tiempo libre fueron los únicos que demostraron una asociación significativa con los niveles de HbA1c. Con respecto a los pacientes tipo 2, los resultados para el modelo 1 reflejaron asociaciones significativas entre la HbA1c y el NEDU alto ($\beta = -0.30$; IC 95% -0.24 a -0.03), como también entre la HbA1c y los pacientes activos en tiempo libre ($\beta = -0.20$; IC 95% -0.18 a -0.01). En el modelo 2, también se encontró una asociación entre la HbA1c y el NEDU medio ($\beta = -0.25$; IC 95% -0.18 a -0.01), el NEDU alto ($\beta = -0.25$; IC 95% -0.21 a -0.01) y los pacientes con participación ≥ 150 min/sem en tiempo libre ($\beta = -0.24$; IC 95% -0.29 a -0.02). Al ajustar además por colesterol en el modelo 3, la asociación entre la HbA1c y los NEDUs alto y medio se mantuvieron, pero no la AF en tiempo libre. Sin embargo, la AF de desplazamiento se asoció significativamente con la HbA1c ($\beta = -0.19$; IC 95% -0.13 a -0.01).

4.7 Discusión

En esta investigación de diseño transversal, se analizó la asociación entre la AF auto-reportada y la HbA1c, y factores de riesgo cardiovasculares de dos hospitales en Santiago de Chile. Más del 65.0% y 90.0% de los pacientes con DM tipo 1 y tipo 2, respectivamente, participaron en < 150 min/sem de AF en tiempo libre. Después de ajustar por los posibles factores de confusión, los participantes activos con DM tipo 1 y tipo 2, se asociaron con menores niveles de HbA1c, que aquellos que realizaban menos de 150 min/sema de AF en tiempo libre a intensidades moderadas y vigorosas.

La presente investigación demuestra que independientemente del tipo de DM, más del 85.0% de estos pacientes (DM tipo 1: 88.1%; DM tipo 2: 87.0%) poseen un mal control metabólico. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en Suecia (82.6%) (Eeg-Olofsson et al., 2007), China (80.4%) (Liu et al., 2015) y Estados Unidos (75.0%) (Miller et al., 2015) en DM tipo 1, y Filipinas (85.0%) (Paz-Pacheco & Jimeno, 2015), Kuwait (80.8%) (Al-Taweel, Awad, & Johnson, 2013) y Qatar (77.7%) (Issam Diab, Julianne

Johnson, & Hudson, 2013) en DM tipo 2. Sumado a estos hallazgos, un reciente meta-análisis encontró que los pacientes Europeos y Norteamericanos con DM tipo 2, son más propensos a alcanzar las metas de HbA1c en comparación con el resto del mundo (Khunti, Ceriello, Cos, & De Block, 2018). Sin embargo, los métodos para medir la HbA1c, las características de los participantes y los tipos de sistemas de salud fueron diferentes entre los estudios de DM tipo 1 y tipo 2 analizados.

Nuestra investigación, también encontró una asociación inversa entre la AF en tiempo libre y la HbA1c en pacientes con DM. En cuanto a los diabéticos tipo 1, un estudio Finlandés demostró que los niveles de HbA1c eran menores en AF de tiempo libre de alta intensidad, que en las de moderada, y ligera intensidad ($8.6 \pm 1.4\%$; $8.3 \pm 1.3\%$; 8.2 ± 1.5 ; $p < 0.001$) (Wadén et al., 2015). Más aún, un estudio realizado en España encontró que los participantes con DM que dedicaban ≥ 150 min/sem de AF intensa, tenían niveles menores de HbA1c en comparación con grupos que realizaban menos AF (≥ 150 min/sem HbA1c: $7.2 \pm 1.0\%$; 0.1 a 149.9 min/sem HbA1c: $7.8 \pm 1.1\%$; 0 min/sem HbA1c: $8.0 \pm 1.0\%$) (Carral, Gutiérrez, Ayala, García, & Aguilar, 2013). Por último, un estudio multicéntrico desarrollado en Alemania y Austria que incluyó 18028 adultos, demostró que aquellos que realizaron más AF en tiempo libre tenían niveles de HbA1c menores, en comparación con aquellos que practicaron menos (7.84 ± 0.06 ; 7.92 ± 0.06 ; 8.20 ± 0.05 ; $p < 0.001$) (Bohn et al., 2015). Todos los estudios comparados anteriormente utilizaron cuestionarios de auto-reporte de AF, sin embargo, algunos fijaron como objetivo la intensidad, mientras que otros sólo la frecuencia. Esta investigación también determinó que ser activo resulta en una diferencia de -8.8% en los niveles de HbA1c, cuando se ajusta por variables sociodemográficas, factores de riesgo cardiovasculares, y por otros dominios de AF en participantes con DM tipo 1. Este descenso concuerda con un meta-análisis publicado en el año 2014 en el que se incluyeron 6 ensayos clínicos controlados con 323 adultos diabéticos, donde en el análisis combinado, los participantes experimentaron una diferencia media de -0.8% (IC 95% -1.14 a -0.41) en sus niveles de HbA1c (Yardley et al., 2014). Sin embargo, los resultados son contradictorios en pacientes con DM tipo 1, ya que otro meta-análisis conducido en el año 2013, no encontró una disminución significativa después de incluir 13 ensayos clínicos controlados (DME -0.25 ; IC 95% -0.59 a 0.09) (Kennedy et al., 2013).

Por otra parte, las asociaciones entre AF en tiempo libre y la HbA1c son menos controvertidas en DM tipo 2. Un estudio desarrollado en Japón, demostró que participantes con DM clasificados en categorías de AF en tiempo libre de mayor intensidad (≥ 3.6 METs) tenían menores niveles de HbA1c ($\beta = -0.0003$; $p=0.03$) (Kaizu et al., 2014). En nuestra investigación, los participantes activos en tiempo libre presentaron un cambio de 15.6% en sus niveles de HbA1c, al ajustar por variables sociodemográficas, factores de riesgo cardiovasculares, y otros tipos de AF. Esta disminución está en concordancia con un meta-análisis realizado en el año 2011, donde ≥ 150 min/sem de ejercicio estructurado se asoció con una disminución absoluta de HbA1c de 0.89% (IC 95% -1.26 a -0.51) (Umpierre et al., 2011). Otro meta-análisis que incluyó 18 ensayos clínicos controlados concluyó que los diabéticos tipo 2 que realizan AF en tiempo libre de manera regular (≥ 150 min/sem) reducen sus niveles de HbA1c en -0.60% (IC 95% -0.83 a -0.37) (Pai et al., 2016). Ambos meta-análisis citados anteriormente, incluyeron participantes de ambos sexos, con edades de entre 35 a 71 años, y con un período de intervención de 8 a 24 semanas (Pai et al., 2016; Umpierre et al., 2011). Además, un reciente meta-análisis reveló una reducción de 0.2% en los niveles de HbA1c tras alcanzar los 150 min/sem, al combinar estudios de tipo 1 y 2 (Boniol, Dragomir, Autier, & Boyle, 2017). Sin embargo, un alto grado de heterogeneidad (83.5%) y diferencias en las intervenciones de AF, fueron las principales limitaciones de este estudio (Boniol et al., 2017).

Otro resultado interesante de nuestra investigación fue que el NEDU alto se asoció con menor HbA1c en pacientes con DM tipo 1 y 2. Estos hallazgos son consistentes con los obtenidos en pacientes ambulatorios con DM tipo 1 en Hungría, donde se encontró una asociación inversa entre el control metabólico y el NEDU (alto: $7.9 \pm 1.4\%$ vs bajo: $8.8 \pm 1.6\%$; $p < 0.001$) (Nádas et al., 2009). A su vez, estas asociaciones son comparables con un estudio de diseño transversal realizado en China, donde los participantes con DM tipo 2 más educados tenían 38.0% (IC 95% 1.22 –1.56) mayor probabilidad para alcanzar niveles de HbA1c $< 7.0\%$, que los participantes menos educados (Tao et al., 2016). Sin embargo, este último estudio tenía una muestra de mayor edad (62.6 ± 11.9) y el analfabetismo fue incluido como una categoría en el NEDU (Tao et al., 2016). Otros factores de riesgo comportamentales modificables que afectan el control metabólico como el consumo de

alcohol y tabaco (Hong et al., 2015), no fueron sorprendentemente altos en nuestra muestra. De hecho, un 99.0% y 96.0% de los participantes con DM tipo 1, y un 95.0% y 96.0% de participantes con DM tipo 2 fueron clasificados sin riesgo, y con baja dependencia en consumo de alcohol y tabaco, respectivamente. Estos hallazgos son comparables con un estudio realizado por Newsom, Huguette, McCarthy, Ramege-Morin & Bernier (2012) donde los adultos disminuyeron el número de tragos por día, y número de cigarros, tras el diagnóstico de DM (Newsom et al., 2012). Sin embargo, otro estudio conducido por Ali, Bullard, Saadine, Cowie, Imperatore & Gregg evidenciaron que un 22.3% de los participantes con DM continuaron siendo fumadores después del diagnóstico (Ali et al., 2013).

Las fortalezas de esta investigación incluyen el hecho de que las mediciones en ambos hospitales fueron realizadas por el mismo personal capacitado siguiendo un protocolo idéntico, y las muestras sanguíneas se analizaron usando un análisis bioquímico estandarizado. A pesar de estas fortalezas, este estudio tiene algunas limitaciones. Primero, una muestra relativamente pequeña, que hace difícil una generalización a pacientes con DM. Además, menos de un cuarto de los participantes con DM tipo 2 eran de sexo masculino. Sin embargo, las muestras fueron recogidas de dos hospitales públicos en Santiago localizados en áreas de ingresos medio-bajo y bajo, exhibiéndose un escenario similar al nacional, ya que el 76.2% de la población chilena, aquellos menos acomodados, reciben atención de salud de ese sector (Castillo-Laborde & Villalobos Dintrans, 2013). En segundo lugar, la AF obtenida a través de cuestionarios de auto-reporte, pueden reflejar una sobreestimación, debido a sesgos de memoria. Además, la información en relación al tipo de entrenamiento o deporte no está disponible. Sin embargo, a pesar de esto, los cuestionarios son uno de los instrumentos más utilizados en estudios epidemiológicos (Bohn et al., 2015; Carral et al., 2013; Kaizu et al., 2014; Nádas et al., 2009; Wadén et al., 2015) y la validación del GPAQ ha mostrado una correlación moderada al compararlo con acelerómetros, en la población chilena (Leppe et al., 2012). En tercer lugar, el diseño transversal de nuestro estudio no permite inferir causalidad entre la AF en tiempo libre y la DM. Cuarto, una causalidad inversa podría haber estado presente, sin embargo, esto podría haberse reducido ya que pacientes con ECV, enfermedades de larga duración o discapacitantes, y con complicaciones de DM

fueron excluidos de nuestra investigación. Finalmente, información relacionada con la dieta, las dosis de insulina, y la duración de la DM, está última debido a la baja calidad de la información transferida desde las fichas clínicas a fichas electrónica tras el terremoto de 2010, no fueron incluidas en nuestro estudio y podrían influenciar el control metabólico; por lo mismo, la confusión residual se mantiene como una posibilidad. Sin embargo, al ajustar mutuamente por otros contextos de AF y por un amplio número de factores de confusión, se podrían minimizar las posibilidades. Para entender de una mejor manera la relación entre la AF en tiempo libre y el control metabólico en pacientes con DM, específicamente en los de tipo 1, debieran realizarse estudios experimentales con el uso de acelerómetros para así poder evaluar la relación causal, y validar el auto-reporte de los participantes. A su vez, en pacientes con DM tipo 1, se debe prestar especial atención en la intensidad, duración y hora del día en la que se realiza la AF, ya que la respuesta glicémica es individual y fluctuante, y por lo mismo podría desencadenar una hipoglicemia (Brazeau, Leroux, Mircescu, & Rabasa-Lhoret, 2012; Colberg, Laan, Dassau, & Kerr, 2015).

4.8 Declaración de contribución del doctorando por compendio de artículos publicados

Objetivo I. Examinar la asociación entre los niveles de actividad física y el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus de dos hospitales públicos en Chile.

Este objetivo fue abordado en el artículo titulado “Leisure time physical activity is associated with better metabolic control in adults with type 1 and type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study from two public hospitals in Chile” El artículo fue publicado en Primary Care Diabetes, que ocupa el puesto 9 de 19 (Q2) en la categoría Primary Health Care con un factor de impacto de 2.008 en el año 2018.

El doctorando participó desde el planteamiento del problema, confeccionando el estudio como investigador responsable.

Entre los trabajos realizados destacan:

- Contactar a los directores de las unidades de Endocrinología en distintos hospitales para el reclutamiento de los participantes.
- Recoger datos ya sea midiendo o aplicando cuestionarios a los participantes.
- Instruir a estudiantes para la toma de datos.
- Organizar, limpiar y analizar base de datos.

En referencia al artículo que compone la presente tesis doctoral, el doctorando ha realizado:

- La concepción del artículo.
- El diseño y realización de los análisis estadísticos.
- El análisis e interpretación de los datos, así como la redacción en lenguaje común científico (inglés).
- La elección y envío del artículo a la revista, así como la correspondencia para resolver los comentarios de editores y revisores.

Todo el artículo fue supervisado y revisado por los diferentes coautores que firman los artículos.

**5. PRESENTACIÓN DE LOS
TRABAJOS Y ASPECTOS
METODOLÓGICOS DEL
ARTÍCULO 2**

5. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 2

5.1 Diseño, población y muestra

El diseño transversal de la ENS 2009-2010 actúa como una herramienta de vigilancia epidemiológica nacional, incorporando esta vez a diferencia de la primera versión realizada en el año 2003, nuevas enfermedades, factores de riesgo y percepción de salud (Ministerio de Salud, 2009). Para esta ocasión, se consideró un muestreo de carácter probabilístico, estratificada geográficamente, multietápica y por conglomerados. La muestra fue constituida considerando el Censo de Población y Vivienda de Chile del año 2002 (Instituto Nacional de Estadística, 2003), siendo utilizada una muestra aleatoria de hogares de tipo complejo con representatividad nacional, regional y por zonas (urbana/rural) excluyendo la segunda región de Antofagasta y la comuna de Pútre a nivel rural y urbana, respectivamente (Ministerio de Salud, 2009).

El total de la muestra fue de 7549 hogares (con sobredimensión de un 30.0% considerado). Se incluyeron personas de edad mayor o igual a 15 años. Sin embargo, se excluyeron a las embarazadas y a personas con conductas violentas al momento de la selección. La muestra teórica fue diseñada para un error relativo no superior al 20.0% y con nivel de confianza al 95.0% (Ministerio de Salud, 2009). La selección de los entrevistados consideró en primer lugar la selección de comunas proporcionalmente al tamaño de su población, elección realizada sistemáticamente en base a la enumeración vigente en la división política administrativa nacional. Posteriormente, tomando segmentos interiores en cada comuna elegida, se llevó a cabo la selección de viviendas particulares a encuestar considerando una actualización previa de la información de empadronamiento de las zonas urbanas. Finalmente, de forma aleatoria se seleccionaron las personas dentro de las viviendas a encuestar otorgando una mayor probabilidad a las personas mayores de 65 años. Para aumentar la eficiencia muestral y homogeneizar la precisión de los estimadores, se utilizaron factores de expansión otorgando a cada participante el peso que le corresponde según el tamaño muestral, corrigiendo así la

distorsión de la muestra cruda, y haciéndola coincidir con la proyección poblacional censal de ≥ 15 años a enero del 2010 (Ministerio de Salud, 2009).

El trabajo de recogida de datos en terreno incluyó a 175 encuestadores (iniciado el 19 de octubre de 2009 y extendido hasta el 6 de septiembre de 2010) que administraron el cuestionario F1, constituido por 23 módulos independientes con 294 preguntas. Este cuestionario aplicado durante la primera visita a la persona seleccionada recopiló en un inicio información sociodemográfica, y luego evaluación cognitiva, calidad de vida, AF, etc. Al igual que la primera versión 2003, contempló un control de calidad (programa de supervisiones locales, controles telefónicos e informáticos, control del instrumental) desde el proceso de pilotaje y capacitación de los encuestadores (realizados en el mes de septiembre de 2009), hasta la revisión manual y automatizada de la información (mediante dispositivos electrónicos de captura de información a través de la aplicación de un software denominado asistente para el ingreso y validación de encuestas, diseñado especialmente para la ENS 2009-2010) obtenida mediante el uso de dispositivos electrónicos a modo de minimizar los errores no muestrales, como limitaciones estructurales de los cuestionarios, posibles sesgos de los encuestadores(as) y encuestados(as), errores de transcripción de respuestas, defectos en la construcción de códigos (preguntas abiertas), errores aleatorios de codificación y necesidad ocasional de digitación de datos (Ministerio de Salud, 2009).

Durante la segunda visita, se aplicó el cuestionario F2 compuesto por 13 módulos independientes (consumo regular de medicamentos, consumo de alcohol, etc.). Además, se realizaron mediciones antropométricas, de presión arterial, y se recogieron muestras biológicas correspondientes a orina y sangre venosa, todo esto llevado a cabo por 95 enfermeras. Previo a ello, se les entregó un consentimiento informado para examen del virus de inmunodeficiencia adquirida. El esquema de contacto con los participantes se puede ver en la **Figura 5**.



Figura 5: Esquema de contacto con participantes de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. **Fuente:** Encuesta Nacional de Salud, Chile (2009-2010).

La preparación y análisis de las muestras fue centralizado (Laboratorio Central de la Pontificia Universidad Católica de Chile). En regiones, las muestras fueron trasladadas desde los domicilios a los laboratorios regionales participantes. Desde el laboratorio central se distribuyeron las alícuotas de suero hacia los laboratorios colaboradores para determinaciones específicas (Ministerio de Salud, 2009). Se efectuaron 759 desplazamientos de muestras a la ciudad de Santiago (por vía aérea y terrestre), resguardando las condiciones físicas requeridas para garantizar su recepción en adecuadas condiciones técnicas (Gunter & McQuillan, 1990; Ministerio de Salud, 2008). El 97.0% de las muestras llegó en óptimas condiciones para su análisis al laboratorio regional siendo el tiempo medio transcurrido entre la extracción y la centrifugación de 2.3 horas. El 91.0% de las muestras fueron procesada antes de 4 horas desde la punción venosa. Se logró conformar una seroteca con muestras de 4.941 personas, la que se mantiene a -80° C en el Instituto de Salud Pública de Chile (Ministerio de Salud, 2009).

La ENS 2009-2010 presentó una tasa de respuesta en la población elegible de 85.0%, con una tasa de rechazo del 12.0%. Durante la primera visita se entrevistaron a 5434 personas, sin embargo, durante la visita de la enfermera, 5043 participantes permitieron realizarles

las mediciones correspondientes, de los cuales 4956 aceptaron la realización de exámenes de laboratorio (sangre y orina). La pérdida muestral total fue de 2.1% (esto incluye rechazo, no contacto y otras causales de pérdida aleatoria) (Ministerio de Salud, 2009).

5.2 Variables e Instrumentos

5.2.1 Síndrome metabólico

El SM fue definido por la presencia de al menos 3 de los siguientes 5 factores de riesgo (Alberti et al., 2009):

- Presión Arterial $\geq 130/85$ mmHg.
- Colesterol HDL < 40 mg/dL (< 1.03 mmol/L) en hombres y < 50 mg/dL (< 1.29 mmol/L) en mujeres.
- Glucosa Plasmática en Ayuna ≥ 100 mg/dL.
- Triglicéridos ≥ 150 mg/dL.
- Perímetro de Cintura ≥ 88 cm en hombres y ≥ 83 cm en mujeres (Arteaga Llona, 2009).

5.2.2 Actividad física

Los niveles de AF se evaluaron con la segunda versión del GPAQ generado por la OMS (Bull et al., 2009). Este cuestionario también tiene como función cuantificar y/o monitorizar los niveles de AF en la población, registrando en “una semana típica” la frecuencia (durante al menos 10 minutos) a través de los días, y en “un día típico” la duración en horas y minutos (World Health Organization, 2009b). También, registra la duración “en un día típico” de CS (horas y minutos), haciendo referencia a actividades realizadas en posición sentada o recostada durante las horas de vigilia, excluyendo al tiempo utilizado para dormir. El GPAQ permite conocer los niveles de AF en los contextos de trabajo u ocupacional (remunerado o no, ya sea: estudiando, labores domésticas, pescando, cultivando, etc.), de desplazamiento o transporte o traslado (por ejemplo: desplazamiento al trabajo, al supermercado, a la universidad, etc.), y de tiempo libre o recreacional (por ejemplo: deportes, gimnasio, etc.) (World Health Organization, 2009b). Con respecto a la intensidad, el GPAQ establece que el contexto de desplazamiento es de tipo moderado (4 a 8 METs), pudiendo describirse como una actividad que causa una

ligera aceleración de la frecuencia cardíaca o respiratoria. Sin embargo, los contextos de trabajo y tiempo libre además, los clasifica también como vigoroso (> 8 METs), refiriéndose a un esfuerzo físico importante que causa gran aceleración de la frecuencia respiratoria o cardíaca (World Health Organization, 2009b). Cabe destacar que todos los contextos consideran un período mínimo de 10 minutos para que la actividad sea considerada bajo las recomendaciones de AF. En total, el cuestionario consta de 16 preguntas y permite calcular los minutos al día en los distintos contextos, estando validado en población chilena (Leppe et al., 2012).

5.2.3 Antropometría

La altura y el peso fueron medidos acorde a los protocolos estandarizados (descalzos y con ropa ligera) por una enfermera capacitada utilizando un tallímetro portátil, y una balanza modelo Tanita HD313 con precisión de 0.1 kg. Por otra parte, el PC fue registrado con una cinta métrica plástica no deformable. La medición se realizó a nivel de la línea media axilar, en el punto medio entre la cresta iliaca y el borde inferior de la última costilla, con el usuario en posición bípeda y al final de una espiración normal (Zhu et al., 2002).

5.2.4 Sociodemográficas

Los participantes fueron clasificados según edad (18 a 29; 30 a 44; 45 a 64 y ≥ 65 años), sexo, NEDU (bajo: < 8 , medio: 8 a 12, alto: > 12 años de escolaridad) y zona de residencia (Norte: I a IV y XV región; Centro: V a VIII y XIII región; Sur IX a XII y XIV región).

5.3 Análisis de datos

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico Stata para Windows, en su versión 14.0 (StataCorp LP), estableciendo un nivel de significación estadística de $p < 0.05$. Los análisis descriptivos de las variables cuantitativas se expresaron en base al promedio y desviación estándar, mientras que para las variables cualitativas en frecuencia y porcentajes. Se categorizaron los distintos contextos de AF según las recomendaciones de la OMS (minutos/semana) en pacientes inactivos (< 149.9 min/sem) y activos (≥ 150

min/sem). Se aplicaron los test de Chi cuadrado y T-student para analizar diferencias entre las variables sociodemográficas y AF con la presencia o ausencia de SM. Posteriormente, se utilizó una regresión logística multinivel para estimar la magnitud de la asociación entre la AF de desplazamiento y el SM a un nivel regional. Específicamente, para este análisis, los participantes inactivos se consideraron como el grupo de referencia. Inicialmente, un modelo parcialmente ajustado por grupos etáreos, sexo y NEDU analizó la asociación (modelo 1). Luego, un segundo modelo agregó a las variables antes mencionadas, los contextos de AF ocupacionales y de tiempo libre. Cabe destacar que el IMC fue introducido inicialmente en el análisis, pero fue excluido, ya que mostró multicolinealidad con el PC.

También, se realizó una regresión logística multinivel (a nivel de cada zona) analizando la asociación entre la AF de desplazamiento y cada componente del SM (presión arterial, glucosa en ayuno, colesterol HDL, TGD, y PC) ajustado de forma parcial y por los otros contextos de AF. Se comprobaron las interacciones entre el sexo, o la edad y la AF de desplazamiento, con el SM y sus componentes.

5.4 Aspectos éticos

La ENS 2009-2010 fue realizada bajo los conductos y recomendaciones éticas sugeridas para estudios internacionales de esta naturaleza (Pappas & Hyder, 2005; Weir, 1998). Los datos de los participantes fueron resguardados, garantizando confidencialidad de la información, como también respetando su autonomía. Se protegió al participante al momento de los procedimientos en terreno, incluyendo protocolos ante situaciones de emergencia. También, se les comunicó sus resultados vía telefónica o por correo certificado. Esta investigación nacional fue evaluada y aprobada por el Comité de Ética de Investigación de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile (proyecto número 09-113).

5.5 Financiación

La ENS 2009-2010 está financiada por el Ministerio de Salud y también por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sin embargo, nuestra investigación no obtuvo ninguna financiación pública o privada.

5.6 Resultados Principales

Para nuestra investigación fueron considerados todos los participantes ≥ 18 años y con información en la variable SM ($n=3109$). Sin embargo, participantes con infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular o trombosis venosa profunda fueron excluidos ($n=204$). También fueron excluidos, aquellos con participación > 16 horas/día en cualquier contexto de AF, y sin información en alguna de las covariables ($n=41$), resultando en una muestra final de 2864 sujetos.

El promedio de edad de los participantes incluidos en esta investigación era de 45.2 ± 17.6 años, un 60.8% de sexo masculino, y un 54.9% había alcanzado entre 8 a 12 años de estudio. Más aún, un 40.7% y un 46.2% de los participantes residía en la zona central y eran considerados activos, respectivamente. Adicionalmente, un 33.7% de la muestra tenía SM. Por otra parte, los participantes excluidos eran mayores (68.6 años), con mayor prevalencia de SM (55.0%) y de inactividad (70.0%) según desplazamiento, y con un menor NEDU. La Región Metropolitana presentaba la mayor prevalencia de SM (13.6%) y de transporte activo (16.7%), mientras que la XI Región los niveles más bajos (SM 4.4%; transporte activo: 4.7%) (**Figura 6**). Al comparar, según ausencia o presencia de SM, estos últimos presentaban una mayor edad (53.7 vs 40.9 años; $p < 0.001$), menor NEDU (34.8% vs 18.3%; $p < 0.001$), y menor participación en AF de desplazamiento (307.0 minutos/semana vs 372.6 minutos/semana $p < 0.001$). Es más, 40.9% de los participantes con SM fueron clasificados como activos, a diferencia de un 48.9% que no lo presentaba ($p < 0.001$).



Figura 6: Prevalencia de transporte activo y Síndrome Metabólico según regiones en Chile.

Los participantes que cumplían con ≥ 150 min/semana de AF de desplazamiento presentaban un 29.0% menor probabilidad de tener SM, en comparación a los inactivos. Es más, ser mujer y tener mayor NEDU, disminuía la probabilidad de tener SM en 32.0% y 30.0%, respectivamente, en comparación al sexo masculino y a NEDUs más bajos. Las asociaciones se mantuvieron al ajustar por los otros contextos de AF, teniendo un 28.0% y 23.0% menor probabilidad de SM, los participantes considerados activos en transporte y tiempo libre, respectivamente. También, se evidenció una relación dosis respuesta con

respecto a los grupos etáreos, teniendo una mayor probabilidad de SM los ≥ 65 años (Odds Ratio: 9.38; IC 95% 6.68 a 13.17), seguidos por los de 45 a 64 años (Odds Ratio: 6.78; IC 95% 5.06 a 9.08), y 30 a 44 años (Odds Ratio: 3.11; IC 95% 2.30 a 4.19). Por el contrario, no se evidenció una asociación entre el contexto ocupacional y el SM.

Al analizar la asociación entre cada componente del SM con los grupos de AF de transporte, se visualiza una asociación inversa entre los TGD (Odds Ratio: 0.76, IC 95% 0.64 a 0.90) y el PC (Odds Ratio: 0.78, IC 95% 0.66 a 0.91) con los participantes que realizan ≥ 150 min/sem.

También, se encontraron asociaciones protectoras pero no significativas con la presión arterial y la glucosa plasmática en ayunas. No se encontraron interacciones entre el sexo o la edad en ninguno de nuestros modelos de regresión logística.

5.7 Discusión

El objetivo de esta investigación con diseño transversal fue examinar la relación entre la AF de transporte y el SM, y sus componentes dentro de niveles residenciales regionales en la ENS 2009-2010. Casi la mitad de los adultos chilenos reportaron en una semana típica caminar o montar en bicicleta ≥ 150 minutos hacia el trabajo. Después de ajustar por los posibles factores de confusión, nuestro análisis multinivel reveló que existía un efecto a nivel regional en la probabilidad de presentar SM, y que el transporte activo en una región se asociaba con menores probabilidad de SM. En esta investigación poblacional y transversal en Chile, la prevalencia de SM fue de un 33.7%, destacándose la importancia de esta condición en la agenda pública de salud. Éste síndrome ha ido aumentando continuamente en Chile, desde el año 2003 con un 23.0% (Ministerio de Salud, 2003) a un 35.3% en el año 2009 (Ministerio de Salud, 2009), específicamente en población mayor, y con bajo NEDU. Nuestros hallazgos son consistentes con un estudio previo que utilizó los datos de la ENS 2003, donde los participantes entre 17 y 24 años que tenían ≥ 12 años de educación presentaron menor prevalencia de SM, que los participantes adultos, y con menor NEDU (Valenzuela B et al., 2010). A su vez, en el año 2008 un estudio transversal realizado en la ciudad de Talca en Chile encontró una menor

prevalencia que nuestros resultados en la región central (Mujica et al., 2008). Sin embargo, los métodos para diagnosticar el SM no fueron iguales en ambos estudios (Ministerio de Salud, 2003; Mujica et al., 2008). Diferencias en los puntos de corte del PC (88 vs 102 cm en hombres y 83 vs 88 cm en mujeres) y en los niveles de glucosa plasmática en ayuno (≥ 100 mg/dL vs ≥ 110 mg/dL) en nuestra investigación fueron menores, debido a que aún no se actualizaban los criterios diagnóstico ATP III, ni los puntos de corte para la obesidad central a nivel nacional.

Nuestra investigación, basada en una población representativa chilena, encontró una asociación protectora entre el transporte activo y el SM. Esta asociación es comparable con un estudio transversal realizado en Malasia, en donde los participantes clasificados en el tercil superior de AF de transporte presentaron un 33.0% menor probabilidad de SM, al ajustar por sexo y consumo de tabaco (Chu & Moy, 2013). También, estos hallazgos concuerdan con un estudio polaco, en donde los hombres y mujeres que realizaban ≥ 30 min/día de transporte activo al trabajo tenían un 22.0% y 46.0% menor probabilidad de SM, respectivamente (Kwaśniewska et al., 2010). Sin embargo, estos resultados fueron significativos solo en hombres (IC 95% 0.30 a 0.98) cuando el modelo se ajustó por; edad, NEDU, lugar de residencia, ingreso mensual, consumo de tabaco, consumo de alcohol, ingesta calórica, IMC y por otros contextos de AF (Kwaśniewska et al., 2010). Este 17.0% de diferencia entre el sexo masculino del estudio de Kwaśniewska et al. (2010) y nuestra investigación puede deberse a un mayor número de participantes, otorgando un intervalo de confianza más estrecho ($n=13$ vs $n=1123$), y a puntos de corte menores para el PC. Por otra parte, un estudio reciente encontró un 21.0% menor probabilidad de SM después de ajustar por potenciales factores de confusión, en mujeres únicamente (Xiao et al., 2016). Resultados similares se encontraron tras un análisis estratificado por sexo en nuestro estudio, otorgándole un 21.0% menor probabilidad de tener este síndrome en mujeres. Sin embargo, los métodos para evaluar la AF en el presente estudio fueron diferentes a los utilizados (cuestionarios), tornando la comparación difícil (Chu & Moy, 2013; Xiao et al., 2016).

En el presente estudio, la AF de tiempo libre también se asoció de forma inversa e independiente con el SM. Este hallazgo es consistente con estudios previos donde

participantes activos de tiempo libre tenían menor probabilidad de SM (Cho, Shin, Kim, Jee, & Sung, 2009; Gelaye, Revilla, Lopez, Sanchez, & Williams, 2009; D. He et al., 2014; Kwaśniewska et al., 2010). Un estudio desarrollado en un país geográficamente cercano, demostró un 40.0% de menor probabilidad para el SM en participantes que realizaban ≥ 150 min/sem de AF de tiempo libre, comparado con aquellos inactivos, después de ajustar por edad, sexo y educación (Gelaye et al., 2009). También, un meta-análisis de estudios prospectivos demostró que los participantes que tenían mayores niveles de AF en tiempo libre tenían un 20.0% menos de riesgo de SM, al compararlos con niveles menores (D. He et al., 2014). Nuestros resultados concuerdan con la hipótesis “ActivityStat”, en donde los participantes que reportan mayor participación en AF de tiempo libre, realizan menor cantidad de AF en otros dominios, con el fin de mantener niveles estables de AF en el tiempo (Gomersall, Rowlands, English, Maher, & Olds, 2013; Larouche, Faulkner, & Tremblay, 2016). En el presente estudio ≥ 150 min/sem en AF de transporte fue más prevalente en el NEDU bajo (44.4%) que en el alto (42.9%) ($p < 0.05$), sin embargo, la AF en tiempo libre (≥ 150 min/sem) siguió un patrón inverso (8.6% vs. 27.1%) ($p < 0.001$). En consecuencia, el transporte activo podría compensar frente a esas barreras que imposibilitan la participación en otros contextos de AF.

Asociaciones significativas entre la AF y los componentes individuales de SM estuvieron presentes en nuestro estudio. Estos hallazgos son consistentes con un estudio europeo, donde los participantes que se desplazaban al trabajo ≥ 60 min/día presentaron menores niveles de TGD (IC 95% 0.81 a 0.93) comparado con aquellos que se desplazaban al trabajo < 15 min/día (Von, Smith, Knut, Ae, & Jørgensen, 2007). A su vez, un estudio reciente reportó menores promedios en los niveles de TGD en participantes que usaban la bicicleta ≥ 1 h/sem vs aquellos que no lo hacían (95% IC -0.5 a -0.1) (Larouche et al., 2016). Sin embargo, al analizar los TGD por sexo, nuestros resultados difieren de otros estudios, en donde las asociaciones significativas sólo se encontraron entre los hombres (Gordon-Larsen et al., 2009).

Mecanismos fisiológicos viables responsables de los efectos benéficos de la AF de transporte en la captación de TGD, puede deberse al inicio de la actividad contráctil local que resulta en una mayor activación de la lipoproteína lipasa en el músculo esquelético

(Hamilton, Areiqat, Hamilton, & Bey, 2001; Kraus et al., 2002). Este estudio también demostró una asociación inversa significativa entre la AF de transporte y la obesidad abdominal. Esta asociación concuerda con estudios previos (Chu & Moy, 2013; Furie & Desai, 2012; McKay et al., 2015). Además, un estudio con diseño transversal que analizó datos de 6 países de mediano ingreso, reportó menores valores de PC (-2.16 cm) en aquellos participantes clasificados dentro del grupo de mayor AF de transporte, después de ajustar por factores de confusión (Lavery, Palladino, Lee, & Millett, 2015). Por último, esto efectos protectores de AF de transporte en el PC también han sido reportados en mujeres (Hemmingsson, Uddén, Neovius, Ekelund, & Rössner, 2009; Xiao et al., 2016). En uno de los estudios realizado en China, se encontró un 34.0% y un 29.0% menor probabilidad de tener un PC elevado, en mujeres que se trasladaban en bicicleta o a pie (hacia y desde el trabajo), respectivamente. A pesar de esto, las diferencias entre el PC y los TGD entre población activa e inactiva pueden enmascarse por los métodos utilizados para definir y reportar la AF de transporte. No se encontraron asociaciones entre la AF de transporte y la presión arterial sanguínea elevada (Chu & Moy, 2013; Kwaśniewska et al., 2010; Larouche et al., 2016), ni con la glucosa plasmática en ayuno elevada (Chu & Moy, 2013; Gordon-Larsen et al., 2009) en estudios previos, concordando con nuestros resultados. Sin embargo, un estudio reciente encontró efectos benéficos significativos de ambos componentes en las mujeres únicamente (Xiao et al., 2016). Asociaciones protectoras pero no significativas se encontraron entre la AF de transporte y la disminución de HDL en nuestro estudio. Este hallazgo es comparable con estudios previos realizados en Estados Unidos (Furie & Desai, 2012), China (Xiao et al., 2016) y Malasia (Chu & Moy, 2013). Sin embargo, existe un estudio que encontró valores más altos de HDL en participantes que realizaban ≥ 60 min/día de AF en transporte, comparado con aquellos que realizaban < 15 min/día (IC 95% 1.04 a 1.11) (Von et al., 2007). Si bien en este estudio se han evidenciado efectos protectores en la salud, diferencias en las temperaturas regionales y cantidad de lluvia pueden afectar el cumplimiento de los niveles de AF sugeridos (Merrill, Shields, White, & Druce, 2005). La temperatura promedio anual en la región norte de Chile es mayor que en las del centro o sur, con temperaturas promedios en el verano tan altas como 20.7°C en el norte y tan bajas como 8.9°C en el sur (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015). Por el contrario, el promedio de aguas caída sigue un patrón inverso, de 0 a 33 mm/año en el norte y de 532 a 2194 mm/año en las regiones

del sur (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015). A pesar de lo anterior, en este estudio, la temperatura regional y las lluvias parecen no influir en la AF de transporte, considerando que las personas que residen en la región central o en el sur tienen un 23.0% (IC 95% 0.65 a 0.92) y 16.0% (IC 95% 0.69 a 1.02) más probabilidad, respectivamente, de ser activos en este dominio de AF. Resultados que concuerdan con los de la Encuesta Nacional de Medioambiente Chilena del 2014 (n=5057) y 2015 (n=5664), donde el desplazamiento al trabajo en bicicleta en las regiones central y del sur tenían aproximadamente 3.5 y 1.2 veces más probabilidad, respectivamente, al compararse con el desplazamiento al trabajo en la región del norte (Ministerio del Medio Ambiente, 2014, 2015). Es más, en el año 2015, la Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deporte reportó que los adultos del norte tenían menores tasas de afinidad con la práctica deportiva, y de AF, en contraste con otras regiones (Ministerio del Deporte, 2016). Por otra parte, las intervenciones en política de transporte debieran incentivarse a lo largo de las regiones. Chile es considerado el top 3 en la propiedad de automóviles de América Latina, precedido por Brasil y México (Mahendra, 2008). Es por esto, que las políticas de transporte activo ayudarían a reducir la congestión de tránsito y la emisión de dióxido de carbono, sumado al cambio climático global (Saunders, Green, Petticrew, Steinbach, & Roberts, 2013; Woodcock et al., 2009). Aún mejor, la promoción del transporte activo podría disminuir la contaminación del aire relacionada con el tráfico automovilístico, contribuyendo a una menor morbilidad y mortalidad en la población en general (Health Effects Institute, 2010). Sin embargo, para que esto ocurra, se necesita construir mejoras ambientales, específicamente infraestructura para el transporte incluyendo: conectividad de las calles, redes aisladas del tráfico para bicicletas y peatones, más y mejores aceras y ciclovías, entre otras (de Nazelle et al., 2011).

Esta investigación tiene algunas limitaciones. Primero, nuestro estudio es de diseño transversal por lo tanto nos impide determinar causalidad entre la AF de desplazamiento y el SM. Segundo, una causalidad inversa podría haber estado presente, sin embargo, esto pudo haberse reducido al excluirse de la ENS la población institucionalizada, y al remover de nuestro análisis a participantes con infarto al miocardio, accidente cerebro vascular o trombosis venosa profunda. Tercero, la dieta no fue incluida en nuestro análisis y podría influenciar los distintos componentes metabólicos (lípidos, presión arterial, y glucosa

plasmática en ayuno), por lo que la confusión residual se mantiene como posibilidad. Cuarto, la medición de AF auto-reportada podría sobre reportar la cantidad de tiempo empleado en los diferentes contextos, estando sujeto al sesgo de memoria. Además, no se cuenta con información relacionada al tipo de AF de transporte (caminata o bicicleta). Sin embargo, la validez de GPAQ ha mostrado un valor aceptable de concordancia estadística con el índice Kappa en Chile, al compararse con los acelerómetros (Leppe et al., 2012). A pesar de estas limitaciones, nuestro estudio posee múltiples fortalezas. Una muestra grande, aleatoria y representativa de adultos (urbana, rural y regional), con altas tasas de respuesta. El uso de mediciones sanguíneas y antropométricas objetivas por personal capacitado de enfermería y puntos de corte específicos para el país de PC para definir el SM. Ajustes por otros contextos dominios de AF y un análisis multinivel son importantes, debido a las diferencias regionales climáticas que influyen los niveles de AF de transporte y los componentes metabólicos.

Para un mejor entendimiento de la relación entre la AF de transporte y el SM, estudios experimentales deben realizarse para evaluar las relaciones causales. Además, el uso de acelerómetros combinados con sistemas de posicionamiento global podrían reducir los sesgos de memoria, entregando información confiable sobre el transporte activo.

5.8 Declaración de contribución del doctorando por compendio de artículos publicados

Objetivo II. Examinar la asociación entre transporte activo y síndrome metabólico, y sus componentes en una muestra representativa nacional de adultos chilenos.

Este objetivo fue abordado en el artículo titulado “Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin America: A cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009-2010”. El artículo fue publicado en Preventive Medicine, que ocupa el puesto 35 de 185 (Q1) en la categoría Public, Environmental & Occupational Health con un factor de impacto de 3.449 en el año 2018.

En referencia al artículo que compone la presente tesis doctoral, el doctorando ha realizado:

- La concepción del artículo.
- El diseño y realización de los análisis estadísticos.
- El análisis e interpretación de los datos, así como la redacción en lenguaje común científico (inglés).
- La elección y envío del artículo a la revista, así como la correspondencia para resolver los comentarios de editores y revisores.
- Todo el artículo fue supervisado y revisado por los diferentes coautores que firman los artículos.

**6. PRESENTACIÓN DE LOS
TRABAJOS Y ASPECTOS
METODOLÓGICOS DEL
ARTÍCULO 3**

6. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ARTÍCULO 3

6.1 Diseño, población y muestra

El diseño transversal de la ENS 2009-2010 actúa como una herramienta de vigilancia epidemiológica nacional, incorporando esta vez a diferencia de la primera versión realizada en el año 2003, nuevas enfermedades, factores de riesgo y percepción de salud (Ministerio de Salud, 2009). Para esta ocasión, se consideró un muestreo de carácter probabilístico, estratificada geográficamente, multietápica y por conglomerados. La muestra fue constituida considerando el Censo de Población y Vivienda de Chile del año 2002 (Instituto Nacional de Estadística, 2003), siendo utilizada una muestra aleatoria de hogares de tipo complejo con representatividad nacional, regional y por zonas (urbana/rural) excluyendo la segunda región de Antofagasta y la comuna de Pútre a nivel rural y urbana, respectivamente (Ministerio de Salud, 2009).

El total de la muestra fue de 7549 hogares (con sobredimensión de un 30.0% considerado). Se incluyeron personas de edad mayor o igual a 15 años. Sin embargo, se excluyeron a las embarazadas y a personas con conductas violentas al momento de la selección. La muestra teórica fue diseñada para un error relativo no superior al 20.0% y con nivel de confianza al 95.0% (Ministerio de Salud, 2009). La selección de los entrevistados consideró en primer lugar la selección de comunas proporcionalmente al tamaño de su población, elección realizada sistemáticamente en base a la enumeración vigente en la división política administrativa nacional. Posteriormente, tomando segmentos interiores en cada comuna elegida, se llevó a cabo la selección de viviendas particulares a encuestar considerando una actualización previa de la información de empadronamiento de las zonas urbanas. Finalmente, de forma aleatoria se seleccionaron las personas dentro de las viviendas a encuestar otorgando una mayor probabilidad a las personas mayores de 65 años. Para aumentar la eficiencia muestral y homogeneizar la precisión de los estimadores, se utilizaron factores de expansión otorgando a cada participante el peso que le corresponde según el tamaño muestral, corrigiendo así la

distorsión de la muestra cruda, y haciéndola coincidir con la proyección poblacional censal de ≥ 15 años a enero del 2010 (Ministerio de Salud, 2009).

El trabajo de recogida de datos en terreno incluyó a 175 encuestadores (iniciado el 19 de octubre de 2009 y extendido hasta el 6 de septiembre de 2010) que administraron el cuestionario F1, constituido por 23 módulos independientes con 294 preguntas. Este cuestionario aplicado durante la primera visita a la persona seleccionada recopiló en un inicio información sociodemográfica, y luego evaluación cognitiva, calidad de vida, AF, etc. Al igual que la primera versión 2003, contempló un control de calidad (programa de supervisiones locales, controles telefónicos e informáticos, control del instrumental) desde el proceso de pilotaje y capacitación de los encuestadores (realizados en el mes de septiembre de 2009), hasta la revisión manual y automatizada de la información (mediante dispositivos electrónicos de captura de información a través de la aplicación de un software denominado asistente para el ingreso y validación de encuestas, diseñado especialmente para la ENS 2009-2010) obtenida mediante el uso de dispositivos electrónicos a modo de minimizar los errores no muestrales, como limitaciones estructurales de los cuestionarios, posibles sesgos de los encuestadores(as) y encuestados(as), errores de transcripción de respuestas, defectos en la construcción de códigos (preguntas abiertas), errores aleatorios de codificación y necesidad ocasional de digitación de datos (Ministerio de Salud, 2009).

Durante la segunda visita, se aplicó el cuestionario F2 compuesto por 13 módulos independientes (consumo regular de medicamentos, consumo de alcohol, etc.). Además, se realizaron mediciones antropométricas, de presión arterial, y se recogieron muestras biológicas correspondientes a orina y sangre venosa, todo esto llevado a cabo por 95 enfermeras. Previo a ello, se les entregó un consentimiento informado para examen del virus de inmunodeficiencia adquirida.

La preparación y análisis de las muestras fue centralizado (Laboratorio Central de la Pontificia Universidad Católica de Chile). En regiones, las muestras fueron trasladadas desde los domicilios a los laboratorios regionales participantes. Desde el laboratorio central se distribuyeron las alícuotas de suero hacia los laboratorios colaboradores para

determinaciones específicas (Ministerio de Salud, 2009). Se efectuaron 759 desplazamientos de muestras a la ciudad de Santiago (por vía aérea y terrestre), resguardando las condiciones físicas requeridas para garantizar su recepción en adecuadas condiciones técnicas (Gunter & McQuillan, 1990; Ministerio de Salud, 2008). El 97.0% de las muestras llegó en óptimas condiciones para su análisis al laboratorio regional siendo el tiempo medio transcurrido entre la extracción y la centrifugación de 2.3 horas. El 91.0% de las muestras fueron procesada antes de 4 horas desde la punción venosa. Se logró conformar una seroteca con muestras de 4.941 personas, la que se mantiene a -80° C en el Instituto de Salud Pública de Chile (Ministerio de Salud, 2009).

La ENS 2009-2010 presentó una tasa de respuesta en la población elegible de 85.0%, con una tasa de rechazo del 12.0%. Durante la primera visita se entrevistaron a 5434 personas, sin embargo, durante la visita de la enfermera, 5043 participantes permitieron realizarles las mediciones correspondientes, de los cuales 4956 aceptaron la realización de exámenes de laboratorio (sangre y orina). La pérdida muestral total fue de 2.1% (esto incluye rechazo, no contacto y otras causales de pérdida aleatoria) (Ministerio de Salud, 2009).

6.2 Variables e Instrumentos

6.2.1 Antropometría

La altura y el peso fueron medidos acorde a los protocolos estandarizados (descalzos y con ropa ligera) por una enfermera capacitada utilizando un tallímetro portátil, y una balanza modelo Tanita HD313 con precisión de 0.1 kg.

Por otra parte, el PC fue registrado con una cinta métrica plástica no deformable. La medición se realizó a nivel de la línea media axilar, en el punto medio entre la cresta iliaca y el borde inferior de la última costilla, con el usuario en posición bípeda y al final de una espiración normal (Zhu et al., 2002).

6.2.2 Actividad física

Los niveles de AF se evaluaron con la segunda versión del GPAQ generado por la OMS (Bull et al., 2009). Este cuestionario también tiene como función cuantificar y/o monitorizar los niveles de AF en la población, registrando en “una semana (típica)” la frecuencia (durante al menos 10 minutos) a través de los días, y en “un día típico” la duración en horas y minutos (World Health Organization, 2009b). También, registra la duración “en un día típico” de CS (horas y minutos), haciendo referencia a actividades realizadas en posición sentada o recostada durante las horas de vigilia, excluyendo al tiempo utilizado para dormir. El GPAQ permite conocer los niveles de AF en los contextos de trabajo u ocupacional (remunerado o no, ya sea: estudiando, labores domésticas, pescando, cultivando, etc.), de desplazamiento o transporte o traslado (por ejemplo: desplazamiento al trabajo, al supermercado, a la universidad, etc.), y de tiempo libre o recreacional (por ejemplo: deportes, gimnasio, etc.) (World Health Organization, 2009b). Con respecto a la intensidad, el GPAQ establece que el contexto de desplazamiento es de tipo moderado (4 a 8 METs), pudiendo describirse como una actividad que causa una ligera aceleración de la frecuencia cardíaca o respiratoria. Sin embargo, los contextos de trabajo y tiempo libre además, los clasifica también como vigoroso (> 8 METs), refiriéndose a un esfuerzo físico importante que causa gran aceleración de la frecuencia respiratoria o cardíaca (World Health Organization, 2009b). Cabe destacar que todos los contextos consideran un período mínimo de 10 minutos para que la actividad sea considerada bajo las recomendaciones de AF. En total, el cuestionario consta de 16 preguntas y permite calcular los minutos al día en los distintos contexto, estando validado en población chilena (Leppe et al., 2012).

6.2.3 Tiempo de sueño

Los minutos diarios de sueño fueron derivados de la pregunta “cuantas horas de sueño suele tener durante la semana”.

6.2.4 Autopercepción de salud

Cada participante reportó su percepción de salud, encasillándose bajo las opciones: Pobre, Razonable, Buena, Muy Buena y Excelente.

6.2.5 Hipertensión y Diabetes Mellitus

Se consideró hipertenso al participante con una presión arterial sistólica ≥ 140 mmHg y diastólica ≥ 90 mmHg, o aquel normotenso con tratamiento farmacológico. También se consideró como diabético, a aquel participante con una glucosa plasmática en ayunas ≥ 126 mg/dl o por autoreporte según diagnóstico médico.

6.2.6 Sociodemográficas

Los participantes fueron clasificados según: sexo, edad (18 a 29; 30 a 44; 45 a 65 años), NEDU (bajo: < 8 , medio: 8 a 12, alto: > 12 años de escolaridad) y zona de residencia (Norte: I a IV y XV región; Centro: V a VIII y XIII región; Sur IX a XII y XIV región).

6.3 Análisis de datos

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico Stata para Windows, en su versión 14.0 (StataCorp LP), estableciendo un nivel de significación estadística de $p < 0.05$. Los análisis descriptivos de las variables cuantitativas se expresaron en base al promedio y desviación estándar, mientras que para las variables cualitativas en frecuencia y porcentajes. Se realizaron correlaciones bivariadas para determinar la relación entre los contextos de AF y CS. Luego, para poder determinar la magnitud de la asociación entre 10 min/día de CS, AF ocupacional, AF de transporte, y AF en tiempo libre con los dos indicadores de obesidad (IMC y PC), se utilizaron tres modelos diferentes de regresión lineal: simple (*single activity*), por partes (*partitioned*), y sustitución isotemporal (*isotemporal substitutions*). Todos los modelos previamente nombrados, fueron ajustados primeramente por: sexo, grupos de edad, NEDU y región de residencia (modelo A), luego adicionalmente, ajustado por tiempo de sueño (modelo B), y finalmente ajustado por DM, hipertensión y autopercepción de salud (modelo C). Los factores de confusión que habían

demostrado una asociación de $p < 0.2$ con los indicadores de obesidad a través del método por pasos hacia atrás (*backwards elimination*), fueron conservados.

Primeramente, se aplicó un modelo de regresión simple con el fin de evaluar a cada componente de forma separada (CS, AF ocupacional, AF tiempo libre, AF desplazamiento) con el IMC y PC. Mas aún, para evaluar de forma específica el efecto independiente de cada componente (CS o cada uno de los contextos de AF) se logró ajustar por el tiempo total de AF (suma de todos los contextos de AF) y de CS, en los modelos D y E, respectivamente. En segundo lugar, se utilizó un modelo por partes con el fin de estimar las asociaciones únicas de cada componente (CS, AF ocupacional, AF tiempo libre, AF desplazamiento) con IMC y PC, independiente de los factores de confusión y de los otros componentes. En consecuencia, representa el efecto de sumar en lugar de sustituir un componente, al ingresar cada uno de ellos simultáneamente sin ajustar por el tiempo total de AF y CS (CS + AF ocupacional + AF tiempo libre + AF desplazamiento). En tercer lugar, el modelo de sustitución isotemporal examinó el efecto teórico de reemplazar un cierto período de tiempo de un componente con el mismo período de tiempo de otro componente (por ejemplo: sustituir 10 min/día de CS por 10 min/día de AF ocupacional), ajustando por el tiempo total de AF y CS. El incluir el tiempo total de AF y CS en el modelo permite realizar asociaciones directas entre las variables independientes y los indicadores de obesidad (Buman et al., 2014). Por lo tanto, un análisis isotemporal que examine el efecto de sustituir la CS (comportamiento de interés) por otro contexto de AF incluiría: AF ocupacional, AF de transporte, AF tiempo libre, covariables y el tiempo total de AF y CS. Al eliminar la CS del modelo, los coeficientes restantes (AF ocupacional, AF de transporte, AF tiempo libre) representan la consecuencia de sustituir 10 min/día en ese contexto en vez de la CS, ajustándose por todas las demás covariables.

Los análisis preliminares no demostraron interacción por sexo, ni edad, ni región de residencia, por lo que todos los análisis fueron presentados con los coeficientes de regresión no estandarizados (B).

6.4 Aspectos éticos

La ENS 2009-2010 fue realizada bajo los conductos y recomendaciones éticas sugeridas para estudios internacionales de esta naturaleza (Pappas & Hyder, 2005; Weir, 1998). Los datos de los participantes fueron resguardados, garantizando confidencialidad de la información, como también respetando su autonomía. Se protegió al participante al momento de los procedimientos en terreno, incluyendo protocolos ante situaciones de emergencia. También, se les comunicó sus resultados vía telefónica o por correo certificado. Esta investigación nacional fue evaluada y aprobada por el Comité de Ética de Investigación de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile (proyecto número 09-113).

6.5 Financiación

La ENS 2009-2010 está financiada por el Ministerio de Salud y también por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sin embargo, nuestra investigación no obtuvo ninguna financiación pública o privada.

6.6 Resultados principales

Para esta investigación solo se incluyeron a participantes entre 15 a 65 años, con datos en los indicadores de obesidad. Además, fueron excluidos aquellos participantes que reportaron > 960 min/día (16 hr/día) en CS, o en algún contexto de AF, o en la suma total de sus componentes, así como registros incompletos en alguna de las variables de la investigación.

El análisis final incluyó a 3552 participantes, con un promedio de edad de 40.2 ± 14.1 , promedio IMC 27.7 ± 5.4 y promedio de PC 91.2 ± 24.1 . Además, el 60.2% era de sexo femenino, un 60.6% presentaba un NEDU medio, un 41.5% residía en la Región Metropolitana, y un 42.9% reportó tener una salud buena. En promedio, los participantes empleaban 196.3 min/día en CS, y su mayor participación en AF era en el contexto ocupacional con 133.3 min/día, en comparación a los 48.6 min/día y 15.4 min/día en los contextos de transporte y tiempo libre.

En los modelos de regresión simple, cada período de 10 min en CS estuvo asociado con un aumento significativo del IMC ($B = 0.016$; IC 95%: 0.005 a 0.027) y PC ($B = 0.044$; 95% CI: 0.005 a 0.083), luego de ajustar por las variables sociodemográficas y tiempo de sueño. Por el contrario, los contextos de AF de tiempo libre y de desplazamiento se asociaron inversamente con los indicadores de obesidad. Además, la AF de tiempo libre demostró asociarse de manera independiente con el IMC y PC, luego de ajustar por la CS (modelo D). Con respecto al modelo por partes, en donde el tiempo en cada componente se mantuvo constante, el contexto de AF en tiempo libre se mantuvo asociado favorablemente con el IMC ($B = -0.063$; IC 95%: -0.104 a -0.022) y PC ($B = -0.342$; IC 95%: -0.469 a -0.215). Sin embargo, la CS solo estuvo asociada de forma inversa con el IMC ($B = 0.016$; IC 95%: 0.005 a 0.028), luego de ajustar por las variables sociodemográficas. Estos hallazgos se mantuvieron significativos incluso al ajustar por todas las demás covariables. El modelo de sustitución temporal sugiere que reemplazar un período de 10 min/día de AF de desplazamiento o AF en tiempo libre por 10 min/día de CS, se asocia significativamente con un mayor IMC, ajustando por el tiempo total en AF y CS. Resultados muy similares se obtuvieron cuando la AF de desplazamiento fue reemplazada con la AF ocupacional ($B = 0.026$; IC 95%: 0.003 a 0.048). También, los índices de PC aumentaron significativamente cuando cualquier contexto de AF era reemplazado con períodos de CS. Es más, existió una asociación inversa al reemplazar 10 min/día de AF en tiempo libre por un aumento de 10 min/día en AF ocupacional ($B = 0.323$; IC 95%: 0.198 a 0.448). Por último, para ambos modelos isotemporales, la reasignación de un período de 10 min/día de CS, o AF ocupacional, o AF de desplazamiento con 10 min/día en AF de tiempo libre, resultó beneficioso en ambos indicadores de obesidad.

6.7 Discusión

Esta investigación con diseño transversal examinó la asociación de cada uno de los componentes con indicadores de obesidad en una muestra representativa de la ENS 2009-2010. Uno de los principales hallazgos de este artículo demuestra que invertir 10 min/día en AF de tiempo libre se asocia de manera independiente con menores niveles de IMC y PC, siendo mayor la magnitud para la obesidad abdominal. Mientras que 10 min/día

empleados en CS se asociaron solamente de forma independiente a un mayor IMC. En segundo lugar, el modelo de sustitución temporal reveló mayores beneficios sobre el IMC (β -0.06; $p < 0.001$) que para el PC (β -0.04; $p = 0.015$), cuando teóricamente se reemplazaron 10 min/día de CS por el mismo período de tiempo en AF de tiempo libre. Asimismo, se demostró que sustituir la CS con la AF de desplazamiento, se asociaba con menores niveles en los indicadores de obesidad, sin embargo, el efecto fue menor que el observado con la AF de tiempo libre ($\text{IMC} = \beta$ -0.05; $p = 0.003$ y $\text{PC} = \beta$ -0.04; $p = 0.031$).

Estos hallazgos parecen ser consistentes con otros estudios que demostraron que la AF de tiempo libre se asocia de manera independiente y favorable con menores indicadores de obesidad (Du et al., 2013; Jakes et al., 2003; Martínez-González, Martínez, Hu, Gibney, & Kearney, 1999; Stamatakis, Hirani, & Rennie, 2009). Además, un estudio reciente realizado en España (PREDIMED PLUS-Trial) con adultos, encontró que 1 hr/día de AF de intensidad moderada a vigorosa en tiempo libre se asociaba independientemente con un 5.0% y un 3.0% menor prevalencia de obesidad total (Riesgo Relativo=0.95; IC 95%: 0.93 a 0.97), y obesidad abdominal (Riesgo Relativo=0.97; IC 95%: 0.96 a 0.98), respectivamente (Rosique-Esteban et al., 2017). Sin embargo, este estudio español, incluyó participantes de mayor edad (65.0 ± 4.9 años), en su mayoría hombre (51.9%), con mayor CS (4.9 ± 2.3 horas/día) y AF de tiempo libre (66.8 min/día) que nuestra muestra (Rosique-Esteban et al., 2017).

En concordancia con nuestros resultados, estudios previos han demostrado que la CS se asocia de manera independiente con el IMC (Jakes et al., 2003; Su et al., 2017). Así mismo, un gran estudio desarrollado en 15 Estados Miembros de la Unión Europea ($n = 15239$) encontró que por cada aumento de 1 hr/semana en CS, se asociaba de forma independiente con un mayor IMC en hombres y mujeres, equivalentes a 0.026 gramos y 0.065 gramos, respectivamente (Martínez-González et al., 1999). A pesar de nuestros resultados, algunos estudios han encontrado asociaciones independientes con el PC (Healy et al., 2008; Whitaker et al., 2018; Wijndaele et al., 2010), mientras que otros, para ambos indicadores de obesidad (Du et al., 2013; Stamatakis et al., 2009). Estas discrepancias podrían atribuirse al mecanismo inexplicable responsable de la distribución y localización de la grasa. Sumado a esto, un estudio realizado en Estados Unidos, no

encontró asociaciones entre el tiempo de CS y la grasa intratorácica, subcutánea, visceral e intermuscular medida por tomografía computarizada (Larsen et al., 2014). Sin embargo, un aumento de 1 h/día de tiempo sedente se asoció con un aumento de 3.94 cm² de la grasa pericárdica (Larsen et al., 2014), resaltando su asociación con la morbilidad y mortalidad cardiovascular (Mahabadi et al., 2008; Rosito et al., 2008).

Evidencia contundente proveniente de estudios epidemiológicos sugieren que la redistribución de tiempo de CS a AF de moderada a vigorosa intensidad, presenta asociaciones benéficas significativas con los indicadores de obesidad (Colley, Michaud, & Garriguet, 2018; Dahl-Petersen, Brage, Bjerregaard, Tolstrup, & Jorgensen, 2017; Grgic et al., 2018; Gupta et al., 2016; Hamer, Stamatakis, & Steptoe, 2014; Mekary, Willett, Hu, & Ding, 2009). Además, un meta-análisis reciente que incluyó a 10 estudios utilizando solamente mediciones objetivas de AF, demostró que reemplazar 30 minutos de CS con AF de moderada a vigorosa intensidad se asoció con una disminución del IMC ($\beta = -1.07$; IC 95%: -1.80 a -0.35) y PC ($\beta = -2.95$; IC 95%: -3.88 a -2.03) (del Pozo-Cruz et al., 2018). Diferencias en la magnitud para el IMC y PC entre los estudios pueden deberse a los métodos con los cuales se registró la AF; ya que los cuestionarios tienden a sobreestimar la cantidad de AF necesaria para reducir los indicadores de obesidad, y a subestimar los beneficios de ella. Sin embargo, ninguno de los estudios previos ha tratado con substituciones teóricas entre los diferentes contextos de AF, y la mayoría de la evidencia se ha basado en la redistribución de CS a AF en tiempo libre (Mekary et al., 2009; Rosique-Esteban et al., 2017). Un ejemplo de esto es el estudio con diseño transversal realizado en 5776 adultos españoles, en donde se reemplazó 1 hr/día de tiempo frente al televisor con el mismo período de tiempo por AF de tiempo libre, resultando en un 8% (Riesgo Relativo=0.92; IC 95%: 0.90 a 0.94) y 3% (Riesgo Relativo=0.97; IC 95%: 0.96 a 0.98) menor prevalencia de obesidad total y abdominal, respectivamente (Rosique-Esteban et al., 2017). En nuestra investigación, los resultados de los indicadores de obesidad al reemplazar 10 min/día de CS por AF de tiempo libre son menores que los reportados por el estudio de Rosique-Esteban et al (2017), probablemente debido a mayores beneficios en el gasto energético con la AF de moderada a vigorosa intensidad, en individuos mayores que presentan un mayor IMC y PC (Colley et al., 2018). También, otra posible explicación podría ser que el tiempo de pantalla tenga una mayor asociación negativa con

los indicadores de obesidad que otras CS como lo son el leer, el trabajo de oficina, los viajes en automóvil y/o la utilización del teléfono (Whitaker et al., 2018).

No obstante, redistribuciones realistas de CS a AF en tiempo libre podrían estar limitadas, incluyendo impedimentos comunes como son la falta de tiempo, coste económico, falta de confianza, y ánimo (Withall, Jago, & Fox, 2011). Por consiguiente, la AF de transporte podría actuar como un factor clave en el modelo de sustitución, entregando una oportunidad alternativa para superar las barreras tradicionales asociadas a la falta de AF (Furie & Desai, 2012). Mas aún, este tipo de AF practicada a intensidades menores parece ser más fácil de incorporar en una rutina diaria, y estudios previos han demostrado asociaciones negativas con factores de riesgo cardiovasculares y con la mortalidad (Hamer & Chida, 2008; Saunders et al., 2013), incluso en población chilena (Sadarangani et al., 2018).

De forma coherente con nuestros resultados, los enfoques de salud pública internacional como el plan de acción global en AF y estrategias como “Moverse más, Sentarse menos”, han abogado por la redistribución ideal de tiempo para la salud, disminuyendo el tiempo en conductas menos activas e involucrándose en más AF de moderada a vigorosa intensidad (Salmon, 2016; World Health Organization, 2018b). Además, los hallazgos de esta investigación sugieren de forma imperiosa una colaboración intersectorial y toma de decisiones integradas entre Salud, Transporte y Medioambiente para lograr modelos de transporte sustentables. La promoción del ciclismo y de caminatas seguras ofrece disminuciones en la congestión del tráfico, ruido, dióxido de carbono y emisiones contaminantes (Dombois et al., 2006). Por otra parte, aumentaría los niveles de AF de la población, la eficiencia energética y la calidad de vida urbana (Dombois et al., 2006). Sin embargo, para que esto ocurra se necesita infraestructura ambiental y de transporte como áreas verdes, parques y plazas, conectividad de calles ofreciendo transporte multi modal, aceras para peatones y ciclovías separadas del tráfico, etc. tomando ventaja de la reciente modificación a la ley de convivencia vial y la reducción del límite de velocidad (50 km/h) en áreas urbanas (de Nazelle et al., 2011; Dombois et al., 2006; Telecomunicaciones, 2018).

Las fortalezas de este estudio incluyen una amplia muestra aleatoria representativa (urbana, rural y regional) con una baja tasa de rechazo (12.0%) (Ministerio de Salud, 2009), además de enfermeras entrenadas y procedimientos estandarizados utilizados para las mediciones antropométricas. Sin embargo, un número importante de limitaciones deben ser consideradas. Primero, el diseño transversal de este estudio no permite asumir causalidad, y la causalidad inversa no puede ser excluida totalmente. A pesar de esto, un análisis de sensibilidad fue realizado excluyendo sujetos que reportaron historia de accidente cerebro vascular, trombosis venosa profunda o infarto al miocardio (n=3398), conservándose los resultados significativos cuando se reemplazaron 10 min/día de CS por AF de transporte y AF de tiempo libre. Segundo, a pesar de examinar el potencial efecto de una larga lista de factores de confusión, la confusión residual se mantiene como posibilidad, como por ejemplo el no ajustar por la dieta, la que pudiese influir en los indicadores de obesidad. Tercero, la medición de AF y CS auto-reportada no siempre es confiable y puede incurrir en sesgos. Asimismo, el instrumento GPAQ sólo incluye períodos de AF de al menos 10 minutos de duración, por lo mismo el no considerar períodos de AF de intensidades moderadas a vigorosas menores a 10 min en nuestro análisis podría subestimar las asociaciones observadas. Por esta razón, dispositivos objetivos (acelerómetros y sistemas de posicionamiento global) complementados con un registro tipo diario de AF debiesen utilizarse para entregar información confiable diferenciando la CS de otros tipos de AF, la posición bípeda y la AF de intensidad ligera. A pesar de esto, el GPAQ ha demostrado buena validez de criterio contra 334 acelerómetros en esta población (Leppe et al., 2012). Cuarto, nuestro análisis isotemporal no consideró la AF de intensidad ligera (no fue medida en esta encuesta) y por lo tanto, es incierto como estas actividades se relacionan con los indicadores de obesidad.

6.8 Declaración de contribución del doctorando por compendio de artículos publicados

Objetivo III. Examinar las asociaciones y las reasignaciones teóricas de la conducta sedentaria y los contextos de actividad física con los indicadores de obesidad en una muestra representativa nacional de adultos chilenos

Este objetivo fue abordado en el artículo titulado “Substituting sedentary time with physical activity domains: An isothermal substitution analysis in Chile”. El artículo fue publicado en el Journal of Transport and Health, que ocupa el puesto 32 de 162 (Q1) en la categoría Public, Environmental & Occupational Health con un factor de impacto de 2.583 en el año 2018.

En referencia al artículo que compone la presente tesis doctoral, el doctorando ha realizado:

- La concepción del artículo.
- El diseño y realización de los análisis estadísticos.
- El análisis e interpretación de los datos, así como la redacción en lenguaje común científico (inglés).
- La elección y envío del artículo a la revista, así como la correspondencia para resolver los comentarios de editores y revisores.
- Todo el artículo fue supervisado y revisado por los diferentes coautores que firman los artículos.

7. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

7. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

7.1 Artículo 1

A nuestro conocimiento, esta investigación es la primera que se realiza en América Latina, y que estudia la asociación entre la AF en tiempo libre y el control metabólico en pacientes adultos con DM de dos hospitales públicos. Nuestros resultados sugieren que para ambos tipos de pacientes con DM, la participación de ≥ 150 min/sem se asocia a un mejor control metabólico. Estos hallazgos apoyan investigaciones previas, sugiriendo que la educación y la prescripción de AF deberían empezar desde el diagnóstico de DM en atención primaria, como una piedra clave para un adecuado control metabólico. También, la AF de desplazamiento parece ser una herramienta alternativa para alcanzar dicha meta. Sin embargo, estrategias de apoyo social y de autoeficacia siguen siendo necesarias a fin de elevar los niveles de AF en esta población y región.

7.2 Article 1

To our knowledge, this study is the first conducted in Latin-America which investigates the association between leisure time physical activity and metabolic control in type 1 and type 2 DM adult patients from two public hospitals. Our results suggest that for both DM participants, having an active lifestyle is associated with a better metabolic control. These findings support previous studies, suggesting that education and physical activity prescription should initiate since primary-care diabetes diagnosis as a keystone in achieving an adequate metabolic control. Also, travel PA seems an alternative tool in achieving such goal. However, strategies such as social support and self-efficacy remain necessary in order to elevate PA levels in this population and region.

7.3 Artículo 2

En conclusión, esta investigación es la primera de nuestro país y de América Latina en investigar la asociación entre la AF de transporte y el SM, independientemente de la AF en tiempo libre y ocupacional, y con un análisis a nivel regional. Nuestros resultados sugieren que los participantes con ≥ 150 min/sem de AF de transporte tienen 28.0% menor probabilidad de tener SM. Los componentes metabólicos como los TGD y el PC también se asociaron con aquellos participantes clasificados como activos en ese contexto. Estos hallazgos concuerdan con otros estudios previos, sugiriendo que la AF de transporte se debe promover con el fin de reducir la prevalencia de los factores de riesgo metabólicos y las ENT en países de medianos ingresos, apoyando las directrices de la OMS (World Health Organization, 2013). Por tanto, la AF de transporte podría ser fácilmente incorporada a nivel individual y comunitaria como una actividad de la vida diaria.

7.4 Article 2

In conclusion, this study is the first in our country and in Latin America to investigate associations between travel PA and MetS, independently of leisure-time and occupational PA at a regional-level analysis. Our results suggest 28.0% lower probabilities for MetS in active travel PA participants. Metabolic components such as triglycerides and waist circumference were also associated for those meeting ≥ 150 min/weeks in travel PA. These findings support previous studies, suggesting that travel PA should be promoted in order to reduce the prevalence of metabolic risk factors and non-communicable diseases in middle income countries, supporting current WHO guidelines (World Health Organization, 2013). Therefore, travel PA can be easily incorporated into individual and community level everyday life activity.

7.5 Artículo 3

En conclusión, según nuestros conocimientos, esta investigación es la primera en examinar las asociaciones de reemplazar el tiempo en CS por tiempo en distintos contextos de AF con los indicadores de obesidad. Nuestros hallazgos demuestran que sustituir la CS no solo con la AF de tiempo libre, sino también con AF de desplazamiento está asociada con menores niveles de IMC y PC. Estos resultados podrían ser relevantes en el ámbito de la salud pública, ya que la participación de AF de transporte sería beneficiosa, incluso para aquellos que tienen menos tolerancia a actividades de intensidades altas, y a un coste menor. Faltan más estudios que incluyan diseños experimentales para comprender mejor la relación entre los contextos de AF y los indicadores de obesidad, con el fin de evaluar las relaciones causales y esclarecer los posibles mecanismos involucrados.

7.6 Article 3

In conclusion, this study is the first to our knowledge to examine the associations of replacing time spent in SB with time spent in different PA domains and obesity indicators. Our findings demonstrate that replacing SB not only with LTPA but also with travel PA was associated with lower levels of BMI and WC. These findings may hold important public health relevance as engaging in travel PA would be beneficial even for those less able to tolerate higher-intensity activities, and at lower cost. Further works including interventional studies are needed to better understand the relationship between PA domains and obesity indicators, in order to assess for causal relationships and clarify possible mechanisms involved.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afshin, A., Forouzanfar, M. H., Reitsma, M. B., Sur, P., Estep, K., Lee, A., ... Murray, C. J. L. (2017). Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *New England Journal of Medicine*, 377(1), 13–27.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1614362>
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. M. L., Swartz, A. M., Strath, S., ... Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00009>
- Al-Taweel, D. M., Awad, A. I., & Johnson, B. J. (2013). Evaluation of adherence to international guidelines for treating patients with type 2 diabetes mellitus in Kuwait. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 35(2), 244–250.
<https://doi.org/10.1007/s11096-012-9738-8>
- Albers, J. W., Herman, W. H., Pop-Busui, R., Feldman, E. L., Martin, C. L., Cleary, P. A., ... Diabetes Control and Complications Trial /Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Research Group. (2010). Effect of prior intensive insulin treatment during the diabetes control and complications trial (DCCT) on peripheral neuropathy in type 1 diabetes during the epidemiology of diabetes interventions and complications (EDIC) study. *Diabetes Care*, 33(5), 1090–1096.
<https://doi.org/10.2337/dc09-1941>
- Alberti, K. G. M. M., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., ... Smith, S. C. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome. *Circulation*, 120(16).
- Ali, M. K., Bullard, K. M., Saaddine, J. B., Cowie, C. C., Imperatore, G., & Gregg, E. W. (2013). Achievement of goals in U.S. Diabetes Care, 1999–2010. *New England Journal of Medicine*, 368(17), 1613–1624. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1213829>
- American Diabetes Association. (2017). Standards of medical care in diabetes 2017. *Diabetes Care*, 40. Retrieved from http://care.diabetesjournals.org/content/diacare/suppl/2016/12/15/40.Supplement_1.DC1/DC_40_S1_final.pdf
- American Diabetes Association, A. D. (2018). 4. Lifestyle management: Standards of

- medical care in diabetes-2018. *Diabetes Care*, 41(Suppl 1), S38–S50.
<https://doi.org/10.2337/dc18-S004>
- Arteaga Llona, A. (2009). Nuevos indicadores de riesgo cardiovascular. *Revista Chilena de Cardiología - Rev Chil Cardiol*, 28(28), 381–384.
- Bailey, C. J., & Turner, R. C. (1996). Metformin. *The New England Journal of Medicine*, 334(9), 574–579. <https://doi.org/10.1056/NEJM199602293340906>
- Bauman, A. E., Petersen, C. B., Blond, K., Rangul, V., & Hardy, L. L. (2018). *The descriptive epidemiology of sedentary behaviour*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61552-3_4
- Bays, H., McCarthy, W., Christensen, S., Wells, S., Long, J., Shah, N., & Primack, C. (2019). *Obesity algorithm ebook*. Retrieved from <https://obesitymedicine.org/obesity-algorithm/>
- Bell, K. J., Smart, C. E., Steil, G. M., Brand-Miller, J. C., King, B., & Wolpert, H. A. (2015). Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes: Implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care*, 38(6), 1008–1015.
<https://doi.org/10.2337/dc15-0100>
- Bell, K. J., Toschi, E., Steil, G. M., & Wolpert, H. A. (2016). Optimized mealtime insulin dosing for fat and protein in type 1 diabetes: Application of a model-based approach to derive insulin doses for open-loop diabetes management. *Diabetes Care*, 39(9), 1631–1634. <https://doi.org/10.2337/dc15-2855>
- Bennie, J. A., Chau, J. Y., van der Ploeg, H. P., Stamatakis, E., Do, A., & Bauman, A. (2013). The prevalence and correlates of sitting in European adults - a comparison of 32 Eurobarometer-participating countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-107>
- Bohn, B., Herbst, A., Pfeifer, M., Krakow, D., Zimny, S., Kopp, F., ... DPV Initiative. (2015). Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with type 1 diabetes: A cross-sectional multicenter study of 18,028 patients. *Diabetes Care*, 38(8), 1536–1543. <https://doi.org/10.2337/dc15-0030>
- Boniol, M., Dragomir, M., Autier, P., & Boyle, P. (2017). Physical activity and change in fasting glucose and HbA1c: A quantitative meta-analysis of randomized trials. *Acta Diabetologica*, 54(11), 983–991. <https://doi.org/10.1007/s00592-017-1037-3>

- Brazeau, A. S., Leroux, C., Mircescu, H., & Rabasa-Lhoret, R. (2012). Physical activity level and body composition among adults with type 1 diabetes. *Diabetic Medicine*, 29(11), e402–e408. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03757.x>
- Bull, F. C., Maslin, T. S., & Armstrong, T. (2009). Global Physical Activity questionnaire (GPAQ): Nine country reliability and validity study. *Journal of Physical Activity & Health*, 6(6), 790–804. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20101923>
- Buman, M. P., Winkler, E. A. H., Kurka, J. M., Hekler, E. B., Baldwin, C. M., Owen, N., ... Gardiner, P. A. (2014). Reallocating time to sleep, sedentary behaviors, or active behaviors: Associations with cardiovascular disease risk biomarkers, NHANES 2005–2006. *American Journal of Epidemiology*, 179(3), 323–334. <https://doi.org/10.1093/aje/kwt292>
- Burton, N. W., & Turrell, G. (2000). Occupation, hours worked, and leisure-time physical activity. *Preventive Medicine*, 31(6), 673–681. <https://doi.org/10.1006/pmed.2000.0763>
- Carral, F., Gutiérrez, J. V., Ayala, M. del C., García, G., & Aguilar, M. (2013). Intense physical activity is associated with better metabolic control in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 101(1), 45–49. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.04.006>
- Carrasco, E., Angel B, B., Codner, E., García D, D., Ugarte P, F., Bruzzone V, M. E., & Pérez B, F. (2006). Incidencia de diabetes mellitus tipo 1 en Santiago de Chile: análisis por comunas de la Región Metropolitana en el período 2000-2004. *Revista Médica de Chile*, 134(10), 1258–1264. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872006001000007>
- Carter, S., Hartman, Y., Holder, S., Thijssen, D. H., & Hopkins, N. D. (2017). Sedentary behavior and cardiovascular disease risk: Mediating mechanisms. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 45(2), 80–86. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000106>
- Caspersen, C., Powell, K., & Christenson, G. . (1985). *Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research*. <https://doi.org/10.2307/20056429>
- Castillo-Laborde, C., & Villalobos Dintrans, P. (2013). Caracterización del gasto de bolsillo en salud en Chile: una mirada a dos sistemas de protección. *Revista Médica de*

- Chile, 141(11), 1456–1463. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872013001100013>
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. (2015). Explorador climático. Retrieved October 31, 2017, from <http://explorador.cr2.cl/>
- Chau, J. Y., Grunseit, A. C., Chey, T., Stamatakis, E., Brown, W. J., Matthews, C. E., ... van der Ploeg, H. P. (2013). Daily sitting time and all-cause mortality: A meta-analysis. *PloS One*, 8(11), e80000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080000>
- Cho, E. R., Shin, A., Kim, J., Jee, S. H., & Sung, J. (2009). Leisure-time physical activity is associated with a reduced risk for metabolic syndrome. *Annals of Epidemiology*, 19(11), 784–792. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2009.06.010>
- Chu, A. H. Y., & Moy, F. M. (2013). Associations of occupational, transportation, household and leisure-time physical activity patterns with metabolic risk factors among middle-aged adults in a middle-income country. *Preventive Medicine*, 57, S14–S17. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.12.011>
- Chudyk, A., & Petrella, R. J. (2011, May). Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*, Vol. 34, pp. 1228–1237. <https://doi.org/10.2337/dc10-1881>
- Colberg, S. R., Laan, R., Dassau, E., & Kerr, D. (2015). Physical activity and type 1 diabetes: Time for a rewire? *Journal of Diabetes Science and Technology*, 9(3), 609–618. <https://doi.org/10.1177/1932296814566231>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Colley, R. C., Garriguet, D., Janssen, I., Craig, C. L., Clarke, J., & Tremblay, M. S. (2011). Physical activity of canadian adults: Accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Reports*, 22(1), 7–14. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21510585>
- Colley, R. C., Michaud, I., & Garriguet, D. (2018). Reallocating time between sleep, sedentary and active behaviours: Associations with obesity and health in Canadian adults. *Health Reports*, 29(4), 3–13. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29668028>
- Conn, V. S., Hafdahl, A., Phillips, L. J., Ruppar, T. M., & Chase, J.-A. D. (2014). Impact of

- physical activity interventions on anthropometric outcomes: Systematic review and meta-analysis. *The Journal of Primary Prevention*, 35(4), 203–215.
<https://doi.org/10.1007/s10935-014-0352-5>
- Corbin, C. B. (2008). *Concepts of physical fitness : Active lifestyles for wellness*. McGraw-Hill.
- Cordain, L., Gotshall, R. W., Eaton, S. B., & Eaton, S. B. (1998). Physical activity, energy expenditure and fitness: An evolutionary perspective. *International Journal of Sports Medicine*, 19(5), 328–335. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971926>
- Cowie, C. C., Rust, K. F., Byrd-Holt, D. D., Gregg, E. W., Ford, E. S., Geiss, L. S., ... Fradkin, J. E. (2010). Prevalence of diabetes and high risk for diabetes using A1C criteria in the U.S. population in 1988-2006. *Diabetes Care*, 33(3), 562–568.
<https://doi.org/10.2337/dc09-1524>
- Dahl-Petersen, I. K., Brage, S., Bjerregaard, P., Tolstrup, J. S., & Jorgensen, M. E. (2017). Physical activity and abdominal fat distribution in Greenland. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(10), 2064–2070.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001337>
- de Nazelle, A., Nieuwenhuijsen, M. J., Antó, J. M., Brauer, M., Briggs, D., Braun-Fahrlander, C., ... Lebre, E. (2011). Improving health through policies that promote active travel: A review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environment International*, 37(4), 766–777.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.003>
- DeFronzo, R. A., & Goodman, A. M. (1995). Efficacy of metformin in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. The Multicenter Metformin Study Group. *The New England Journal of Medicine*, 333(9), 541–549.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199508313330902>
- del Pozo-Cruz, J., García-Hermoso, A., Alfonso-Rosa, R. M., Alvarez-Barbosa, F., Owen, N., Chastin, S., & del Pozo-Cruz, B. (2018). Replacing sedentary time: Meta-analysis of objective-assessment studies. *American Journal of Preventive Medicine*, 55(3), 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.04.042>
- DIAMOND Project Group. (2006). Incidence and trends of childhood type 1 diabetes worldwide 1990–1999. *Diabetic Medicine*, 23(8), 857–866.
<https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01925.x>

- Ding, D., Gebel, K., Phongsavan, P., Bauman, A. E., & Merom, D. (2014). Driving: A road to unhealthy lifestyles and poor health outcomes. *PLoS ONE*, 9(6).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094602>
- Ding, D., Lawson, K. D., Kolbe-Alexander, T. L., Finkelstein, E. A., Katzmarzyk, P. T., van Mechelen, W., ... Lancet Physical Activity Series Working, G. (2016). The economic burden of physical inactivity: A global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet*, 380(9838), 247–257. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60646-1)
- Dinneen, S. F., & Gerstein, H. C. (1997). The association of microalbuminuria and mortality in non-insulin-dependent diabetes mellitus. A systematic overview of the literature. *Archives of Internal Medicine*, 157(13), 1413–1418. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9224218>
- Dombois, O. T., Kahlmeier, S., Martin-Diener, E., Martin, B., Racioppi, F., & Braun-Fahrländer, C. (2006). *Collaboration between the health and transport sectors in promoting physical activity: Examples from European countries*. Retrieved from <http://www.euro.who.int/pubrequest>.
- Dora, C., Haines, A., Balbus, J., Fletcher, E., Adair-Rohani, H., Alabaster, G., ... Neira, M. (2015). Indicators linking health and sustainability in the post-2015 development agenda. *Lancet (London, England)*, 385(9965), 380–391.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60605-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60605-X)
- Du, H., Bennett, D., Li, L., Whitlock, G., Guo, Y., Collins, R., ... Chen, Z. (2013). Physical activity and sedentary leisure time and their associations with BMI, waist circumference, and percentage body fat in 0.5 million adults: The China Kadoorie Biobank study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(3), 487–496.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.112.046854>
- Eeg-Olofsson, K., Cederholm, J., Nilsson, P. M., Gudbjörnsdóttir, S., Eliasson, B., & Steering Committee of the Swedish National Diabetes Register. (2007). Glycemic and risk factor control in type 1 diabetes: Results from 13,612 patients in a national diabetes register. *Diabetes Care*, 30(3), 496–502. <https://doi.org/10.2337/dc06-1406>
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., ... Lancet Sedentary Behaviour Working Group. (2016). Does physical activity

- attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet (London, England)*, 388(10051), 1302–1310.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30370-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30370-1)
- Eun Lee, S., Han, K., Mi Kang, Y., Kim, S.-O., Kyung Cho, Y., Soo Ko, K., ... Hee Koh, E. (2018). *Trends in the prevalence of metabolic syndrome and its components in South Korea: Findings from the Korean National Health Insurance Service Database (2009-2013) on behalf of the taskforce team of diabetes fact sheet of the Korean Diabetes Association*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194490>
- Evans, J. M. M., Wang, J., & Morris, A. D. (2002). Comparison of cardiovascular risk between patients with type 2 diabetes and those who had had a myocardial infarction: Cross sectional and cohort studies. *BMJ*, 324(7343), 939–939.
<https://doi.org/10.1136/bmj.324.7343.939>
- Ford, E. S. (2005). Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*, 28(7).
- Ford, E. S., & Caspersen, C. J. (2012). Sedentary behaviour and cardiovascular disease: A review of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 41(5), 1338–1353. <https://doi.org/10.1093/ije/dys078>
- Furie, G. L., & Desai, M. M. (2012). Active transportation and cardiovascular disease risk factors in U.S. adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 43(6), 621–628.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.06.034>
- Gelaye, B., Revilla, L., Lopez, T., Sanchez, S., & Williams, M. A. (2009). Prevalence of metabolic syndrome and its relationship with leisure time physical activity among Peruvian adults. *European Journal of Clinical Investigation*, 39(10), 891–898.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2009.02191.x>
- Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio, E., Bhupathiraju, S., Wormser, D., Gao, P., Kaptoge, S., ... Hu, F. (2016). Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet (London, England)*, 388(10046), 776–786.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30175-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30175-1)
- Gobierno de Chile. (2011). *Metas 2011 - 2020 Elige vivir sano*. Retrieved from <https://www.minsal.cl/portal/url/item/c4034eddbbc96ca6de0400101640159b8.pdf>

- Golden, S. H., Folsom, A. R., Coresh, J., Sharrett, A. R., Szklo, M., & Brancati, F. (2002). Risk factor groupings related to insulin resistance and their synergistic effects on subclinical atherosclerosis: The atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes*, 51(10), 3069–3076. <https://doi.org/10.2337/diabetes.51.10.3069>
- Gomersall, S. R., Rowlands, A. V., English, C., Maher, C., & Olds, T. S. (2013). The activitystat hypothesis. *Sports Medicine*, 43(2), 135–149. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0008-7>
- Gordon-Larsen, P., Boone-Heinonen, J., Sidney, S., Sternfeld, B., Jacobs, D. R., & Lewis, C. E. (2009). Active commuting and cardiovascular disease risk. *Archives of Internal Medicine*, 169(13), 1216. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.163>
- Goryakin, Y., Suhlrie, L., & Cecchini, M. (2018, April 1). Impact of primary care-initiated interventions promoting physical activity on body mass index: Systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, Vol. 19, pp. 518–528. <https://doi.org/10.1111/obr.12654>
- Graff-Iversen, S., Anderssen, S. A., Holme, I. M., Jenum, A. K., & Raastad, T. (2007). An adapted version of the long International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-L): construct validity in a low-income, multiethnic population study from Oslo, Norway. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 13. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-13>
- Grgic, J., Dumuid, D., Bengoechea, E. G., Shrestha, N., Bauman, A., Olds, T., & Pedisic, Z. (2018). Health outcomes associated with reallocations of time between sleep, sedentary behaviour, and physical activity: A systematic scoping review of isotemporal substitution studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 69. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0691-3>
- Grøntved, A., & Hu, F. B. (2011). Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: A meta-analysis. *JAMA*, 305(23), 2448–2455. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.812>
- Gunter, E. W., & McQuillan, G. (1990). Quality control in planning and operating the laboratory component for the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *The Journal of Nutrition*, 120 Suppl 11, 1451–1454. https://doi.org/10.1093/jn/120.suppl_11.1451
- Gupta, N., Heiden, M., Aadahl, M., Korshøj, M., Jørgensen, M. B., & Holtermann, A.

- (2016). What is the effect on obesity indicators from replacing prolonged sedentary time with brief sedentary bouts, standing and different types of physical activity during working days? A cross-sectional accelerometer-based study among blue-collar workers. *PLOS ONE*, 11(5), e0154935.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154935>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: A pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The Lancet Global Health*.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
- Haffner, S. M., Lehto, S., Rönkämaa, T., Pyörälä, K., & Laakso, M. (1998). Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in nondiabetic subjects with and without prior myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, 339(4), 229–234. <https://doi.org/10.1056/NEJM199807233390404>
- Hallal, P. C., Gomez, L. F., Parra, D. C., Lobelo, F., Mosquera, J., Florindo, A. A., ... Sarmiento, O. L. (2010). Lessons learned after 10 years of IPAQ use in Brazil and Colombia. *Journal of Physical Activity & Health*, 7 Suppl 2, S259-64. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20702914>
- Hamer, M., & Chida, Y. (2008). Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. *Preventive Medicine*, 46(1), 9–13.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>
- Hamer, M., Stamatakis, E., & Steptoe, A. (2014). Effects of substituting sedentary time with physical activity on metabolic risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(10), 1946–1950. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000317>
- Hamilton, M. T., Areiqat, E., Hamilton, D. G., & Bey, L. (2001). Plasma triglyceride metabolism in humans and rats during aging and physical inactivity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11 Suppl, S97-104. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11915936>
- He, D., Xi, B., Xue, J., Huai, P., Zhang, M., & Li, J. (2014). Association between leisure time physical activity and metabolic syndrome: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Endocrine*, 46(2), 231–240. <https://doi.org/10.1007/s12020-013-0110-0>
- He, W., Goodkind, D., & Kowal, P. (2016). *An aging world: 2015*. Retrieved from <https://www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2016/demo/p9>

5-16-1.pdf

- Health Effects Institute. (2010). Traffic-related air pollution: A critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects. Retrieved February 21, 2017, from Boston website: <https://www.healtheffects.org/publication/traffic-related-air-pollution-critical-review-literature-emissions-exposure-and-health>
- Healy, G., Matthews, C. E., Dunstan, D. W., Winkler, E. A. H., & Owen, N. (2011). Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. *European Heart Journal*, 32(5), 590–597. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq451>
- Healy, G., Wijndaele, K., Dunstan, D. W., Shaw, J. E., Salmon, J., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2008). Objectively measured sedentary time, physical activity, and metabolic risk: The Australian diabetes, obesity and lifestyle study (AusDiab). *Diabetes Care*, 31(2), 369–371. <https://doi.org/10.2337/dc07-1795>
- Hemmingsson, E., Uddén, J., Neovius, M., Ekelund, U., & Rössner, S. (2009). Increased physical activity in abdominally obese women through support for changed commuting habits: A randomized clinical trial. *International Journal of Obesity*, 33, 645–652. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.77>
- Hong, J. W., Ku, C. R., Noh, J. H., Ko, K. S., Rhee, B. D., & Kim, D.-J. (2015). Association between self-reported smoking and hemoglobin A1c in a Korean population without diabetes: The 2011–2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *PLOS ONE*, 10(5), e0126746. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126746>
- Howley, E. T. (2001). *Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity*. Retrieved from <http://www.acsm-msse.org>
- Instituto Nacional de Estadística. (2003). *Censo 2002*.
- International Diabetes Federation. (2006). *The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*. Retrieved from http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf
- International Diabetes Federation. (2017). *IDF diabetes atlas, eighth edition 2017*. <https://doi.org/http://www.diabetesatlas.org>
- International Society for Physical Activity and Health. (2017). The Bangkok declaration on physical activity for global health and sustainable development. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098063>

- Inzucchi, S. E., Bergenstal, R. M., Buse, J. B., Diamant, M., Ferrannini, E., Nauck, M., ... Matthews, D. R. (2015). Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2015: a patient-centered approach: update to a position statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 38(1), 140–149. <https://doi.org/10.2337/dc14-2441>
- Issam Diab, M., Julianne Johnson, B., & Hudson, S. (2013). Adherence to clinical guidelines in management of diabetes and prevention of cardiovascular disease in Qatar. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 35(1), 101–112. <https://doi.org/10.1007/s11096-012-9714-3>
- Jakes, R. W., Day, N. E., Khaw, K.-T., Luben, R., Oakes, S., Welch, A., ... Wareham, N. J. (2003). Original communication television viewing and low participation in vigorous recreation are independently associated with obesity and markers of cardiovascular disease risk: EPIC-Norfolk population-based study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 1089–1096. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601648>
- Jang, J. E., Cho, Y., Lee, B. W., Shin, E. S., & Lee, S. H. (2019). Effectiveness of exercise intervention in reducing body weight and glycosylated hemoglobin levels in patients with type 2 diabetes mellitus in Korea: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes & Metabolism Journal*, 43(3), 302–318. <https://doi.org/10.4093/dmj.2018.0062>
- Kaizu, S., Kishimoto, H., Iwase, M., Fujii, H., Ohkuma, T., Ide, H., ... Kitazono, T. (2014). Impact of leisure-time physical activity on glycemic control and cardiovascular risk factors in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus: The Fukuoka Diabetes Registry. *PloS One*, 9(6), e98768. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098768>
- Katzmarzyk, P. T., & Mason, C. (2009). The physical activity transition. *Journal of Physical Activity & Health*, 6(3), 269–280. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19564654>
- Kennedy, A., Nirantharakumar, K., Chimen, M., Pang, T. T., Hemming, K., Andrews, R. C., & Narendran, P. (2013). Does Exercise Improve Glycaemic Control in Type 1 Diabetes? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 8(3), e58861. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058861>
- Khunti, K., Ceriello, A., Cos, X., & De Block, C. (2018). Achievement of guideline targets for blood pressure, lipid, and glycaemic control in type 2 diabetes: A meta-analysis.

- Diabetes Research and Clinical Practice*, 137, 137–148.
<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.12.004>
- Kilpatrick, E. S., Bloomgarden, Z. T., & Zimmet, P. Z. (2009). Is haemoglobin A1c a step forward for diagnosing diabetes? *BMJ*, 339. <https://doi.org/10.1136/bmj.b4432>
- Kohner, E. M., Aldington, S. J., Stratton, I. M., Manley, S. E., Holman, R. R., Matthews, D. R., & Turner, R. C. (1998). United Kingdom prospective diabetes study, 30: Diabetic retinopathy at diagnosis of non-insulin-dependent diabetes mellitus and associated risk factors. *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)*, 116(3), 297–303.
Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9514482>
- Kraus, W. E., Houmard, J. A., Duscha, B. D., Knetzger, K. J., Wharton, M. B., McCartney, J. S., ... Slentz, C. A. (2002). Effects of the Amount and Intensity of Exercise on Plasma Lipoproteins. *New England Journal of Medicine*, 347(19), 1483–1492.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa020194>
- Kwaśniewska, M., Kaczmarczyk-Chałas, K., Pikala, M., Broda, G., Kozakiewicz, K., Pająk, A., ... Drygas, W. (2010). Commuting physical activity and prevalence of metabolic disorders in Poland. *Preventive Medicine*, 51(6), 482–487.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.09.003>
- Lan, Y., Mai, Z., Zhou, S., Liu, Y., Li, S., Zhao, Z., ... Zeng, G. (2018). Prevalence of metabolic syndrome in China: An up-dated cross-sectional study. *PloS One*, 13(4), e0196012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196012>
- Larouche, R., Faulkner, G., & Tremblay, M. S. (2016). Active travel and adults' health: The 2007-to-2011 Canadian Health Measures Surveys. *Health Reports*, 27(4), 10–18.
Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27096619>
- Larsen, B. A., Allison, M. A., Kang, E., Saad, S., Laughlin, G. A., Araneta, M. R. G., ... Wassel, C. L. (2014). Associations of physical activity and sedentary behavior with regional fat deposition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(3), 520–528.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a77220>
- Laverty, A. A., Palladino, R., Lee, J. T., & Millett, C. (2015). Associations between active travel and weight, blood pressure and diabetes in six middle income countries: A cross-sectional study in older adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0223-3>
- Lee, I. M., Shiroma, E., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Group, L. P.

- A. S. W. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet (London, England)*, 380(9838), 219–229. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)
- Lemes, Í. R., Turi-Lynch, B. C., Cavero-Redondo, I., Linares, S. N., & Monteiro, H. L. (2018, August 1). Aerobic training reduces blood pressure and waist circumference and increases HDL-c in metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Society of Hypertension*, Vol. 12, pp. 580–588. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.06.007>
- Leppe, J., Margozzini, P., Villarroel, L., Sarmiento, O., Guthold, R., & Bull, F. (2012). Validity of the Global Physical Activity Questionnaire in the National Health Survey–Chile 2009–10. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15, S297. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.11.723>
- Lim, S., & Eckel, R. (2014). Pharmacological treatment and therapeutic perspectives of metabolic syndrome. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 15(4), 329–341. <https://doi.org/10.1007/s11154-014-9298-4>
- Lim, S., Vos, T., Flaxman, A., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., ... Memish, Z. A. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet (London, England)*, 380(9859), 2224–2260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- Liu, L., Yang, D., Zhang, Y., Lin, S., Zheng, X., Lin, S., ... Weng, J. (2015). Glycaemic control and its associated factors in Chinese adults with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 31(8), 803–810. <https://doi.org/10.1002/dmrr.2716>
- Loprinzi, P. D. (2015). Physical activity is the best buy in medicine, but perhaps for less obvious reasons. *Preventive Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.01.033>
- Loprinzi, P. D., Herod, S. M., Cardinal, B. J., & Noakes, T. D. (2013). Physical activity and the brain: A review of this dynamic, bi-directional relationship. *Brain Research*. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.10.004>
- Macmillan, F., Kirk, A., Mutrie, N., Matthews, L., Robertson, K., & Saunders, D. H. (2014). A systematic review of physical activity and sedentary behavior intervention studies

- in youth with type 1 diabetes: Study characteristics, intervention design, and efficacy. *Pediatric Diabetes*, 15(3), 175–189. <https://doi.org/10.1111/pedi.12060>
- Mahabadi, A. A., Massaro, J. M., Rosito, G. A., Levy, D., Murabito, J. M., Wolf, P. A., ... Hoffmann, U. (2008). Association of pericardial fat, intrathoracic fat, and visceral abdominal fat with cardiovascular disease burden: The Framingham Heart Study. *European Heart Journal*, 30(7), 850–856. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn573>
- Mahendra, A. (2008). Vehicle Restrictions in Four Latin American Cities: Is Congestion Pricing Possible? *Transport Reviews*, 28(1), 105–133. <https://doi.org/10.1080/01441640701458265>
- Malkani, S., & Mordes, J. P. (2011, May). Implications of using hemoglobin A1C for diagnosing diabetes mellitus. *American Journal of Medicine*, Vol. 124, pp. 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2010.11.025>
- Mansoubi, M., Pearson, N., Biddle, S. J. H., & Cledes, S. (2014). The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: A systematic review. *Preventive Medicine*, 69, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.08.028>
- Marfell-Jones, M., Stewart, A., & Olds, T. (2006). *International society for advancement of kinanthropometry*. <https://doi.org/10.4324/9780203970157>
- Márquez-Sandoval, F., Macedo-Ojeda, G., Viramontes-Hörner, D., Fernández Ballart, J., Salas Salvadó, J., & Vizmanos, B. (2011). The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: a systematic review. *Public Health Nutrition*, 14(10), 1702–1713. <https://doi.org/10.1017/S1368980010003320>
- Martínez-González, M. A., Martínez, J. A., Hu, F. B., Gibney, M. J., & Kearney, J. (1999). Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders : Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(11), 1192–1201. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10578210>
- Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., & Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *American Journal of Epidemiology*, 167(7), 875–881. <https://doi.org/10.1093/aje/kwm390>
- McKay, A. J., Lavery, A. A., Shridhar, K., Alam, D., Dias, A., Williams, J., ... Dhillon, P. K. (2015). Associations between active travel and adiposity in rural India and

- Bangladesh: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 15(1), 1087.
<https://doi.org/10.1186/s12889-015-2411-0>
- Mekary, R. A., Willett, W. C., Hu, F. B., & Ding, E. L. (2009). Isotemporal Substitution Paradigm for Physical Activity Epidemiology and Weight Change. *American Journal of Epidemiology*, 170(4), 519–527. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp163>
- Merrill, R. M., Shields, E. C., White, G. L., & Druce, D. (2005). Climate Conditions and Physical Activity in the United States. *American Journal of Health Behavior*, 29(4), 371–381. <https://doi.org/10.5993/AJHB.29.4.9>
- Miao, D., Guyer, K. M., Dong, F., Jiang, L., Steck, A. K., Rewers, M., ... Yu, L. (2013). GAD65 autoantibodies detected by electrochemiluminescence assay identify high risk for type 1 diabetes. *Diabetes*, 62(12), 4174–4178.
<https://doi.org/10.2337/db13-0534>
- Mielke, G. I., da Silva, I. C. M., Owen, N., & Hallal, P. C. (2014). Brazilian adults' sedentary behaviors by life domain: Population-based study. *PloS One*, 9(3), e91614.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091614>
- Miller, K. M., Foster, N. C., Beck, R. W., Bergenstal, R. M., DuBose, S. N., DiMeglio, L. A., ... T1D Exchange Clinic Network. (2015). Current state of type 1 diabetes treatment in the U.S.: Updated data from the T1D Exchange clinic registry. *Diabetes Care*, 38(6), 971–978. <https://doi.org/10.2337/dc15-0078>
- Ministerio de Salud. (2008). *Normativa técnica para el transporte de sustancias infecciosas a nivel nacional hacia el Instituto de Salud Pública (ISP) 2008*.
- Ministerio de Salud. (2009). *Encuesta Nacional de Salud 2009-2010*. Retrieved from <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>
- Ministerio de Salud. (2010). *Guía clínica 2010 diabetes mellitus tipo 2*. Retrieved from <https://www.minsal.cl/portal/url/item/72213ed52c3e23d1e04001011f011398.pdf>
- Ministerio de Salud. (2013). *Guía clínica AUGÉ diabetes mellitus tipo 1*. Retrieved from <https://www.minsal.cl/portal/url/item/b554e8e580878b63e04001011e017f1e.pdf>
- Ministerio de Salud. (2015). *El reto de la diabetes en Chile*. Retrieved from http://www.novonordisk.cl/content/dam/Chile/AFFILIATE/www-novonordisk-cl/Commons/Documents/Compendio de Diabetes_Chile_2015_es.pdf
- Ministerio de Salud, G. de C. *Resultados I encuesta de salud, Chile 2003*. , (2003).
- Ministerio de Salud, G. de C. (2016). *Subsecretaría de redes asistenciales división de*

atención primaria.

- Ministerio de Salud, G. de C. (2017). *Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 Primeros resultados*. Retrieved from http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
- Ministerio de Salud, G. de C. (2018a). Diabetes mellitus tipo 1 -orientación en salud. Retrieved June 7, 2019, from <http://www.supersalud.gob.cl/difusion/665/w3-article-580.html#>
- Ministerio de Salud, G. de C. (2018b). Diabetes mellitus tipo 2 - orientación en salud. Retrieved June 7, 2019, from http://www.supersalud.gob.cl/difusion/665/w3-article-581.html#accordion_2
- Ministerio de Salud, G. de C. (2018c). Garantías Explícitas en Salud (GES) - orientación en salud. Retrieved June 7, 2019, from <http://www.supersalud.gob.cl/difusion/665/w3-propertyvalue-1962.html#acordeonAuge>
- Ministerio del Deporte. (2016). *Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la población de 18 años y más*. Retrieved from http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/INFORME-FINAL-ENCUESTA-DEPORTES-COMPLETO_.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Primera Encuesta Nacional de Medio Ambiente*. Retrieved from <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/03/Informe-Primera-Encuesta-Nacional-de-Medio-Ambiente.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2015). *Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente*. Retrieved from <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Segunda-Encuesta-Nacional-de-Medio-Ambiente.pdf>
- Moltchanova, E. V., Schreier, N., Lammi, N., & Karvonen, M. (2009). Seasonal variation of diagnosis of type 1 diabetes mellitus in children worldwide. *Diabetic Medicine*, 26(7), 673–678. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2009.02743.x>
- Moore, J. X., Chaudhary, N., & Akinyemiju, T. (2017). Metabolic syndrome prevalence by race/ethnicity and sex in the United States, National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-2012. *Preventing Chronic Disease*, 14, E24. <https://doi.org/10.5888/pcd14.160287>
- Morris, J. N. (1994). Exercise in the prevention of coronary heart disease: Today's best

- buy in public health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Mottillo, S., Filion, K. B., Genest, J., Joseph, L., Pilote, L., Poirier, P., ... Eisenberg, M. J. (2010). The metabolic syndrome and cardiovascular risk: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(14), 1113–1132. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.05.034>
- Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J., Cushman, M., ... Stroke Statistics Subcommittee. (2016). Heart disease and stroke statistics-2016 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000350>
- Mujica, V., Leiva, E., Icaza, G., Diaz, N., Arredondo, M., Moore-Carrasco, R., ... Palomo, I. (2008). Evaluation of metabolic syndrome in adults of Talca city, Chile. *Nutrition Journal*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-14>
- Nádas, J., Putz, Z., Fövényi, J., Gaál, Z., Gyimesi, A., Hídvégi, T., ... Jermendy, G. (2009). Cardiometabolic risk and educational level in adult patients with type 1 diabetes. *Acta Diabetologica*, 46(2), 159–162. <https://doi.org/10.1007/s00592-008-0065-4>
- Nathan, D. M., Buse, J. B., Davidson, M. B., Ferrannini, E., Holman, R. R., Sherwin, R., & Zinman, B. (2009). Medical management of hyperglycemia in type 2 diabetes: A consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy. *Diabetes Care*, 32(1), 193–203. <https://doi.org/10.2337/dc08-9025>
- Newsom, J. T., Huguet, N., McCarthy, M. J., Ramage-Morin, P., Kaplan, M. S., Bernier, J., ... Oderkirk, J. (2012). Health behavior change following chronic illness in middle and later life. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 67(3), 279–288. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbr103>
- Oaten, M., & Cheng, K. (2006). Longitudinal gains in self-regulation from regular physical exercise. *British Journal of Health Psychology*. <https://doi.org/10.1348/135910706X96481>
- Onkamo, P., Väänänen, S., Karvonen, M., & Tuomilehto, J. (1999). Worldwide increase in incidence of type I diabetes - the analysis of the data on published incidence trends. *Diabetologia*, 42(12), 1395–1403. <https://doi.org/10.1007/s001250051309>
- Organización Panamericana de la Salud. (2011). *Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE) unidad 6: control de enfermedades en la población*.

- Ostman, C., Jewiss, D., King, N., & Smart, N. A. (2018). Clinical outcomes to exercise training in type 1 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 139, 380–391. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.11.036>
- Ostman, C., Smart, N. A., Morcos, D., Duller, A., Ridley, W., & Jewiss, D. (2017). The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome. *Cardiovascular Diabetology*, 16(1), 110. <https://doi.org/10.1186/s12933-017-0590-y>
- Owen, N., Sugiyama, T., Eakin, E. E., Gardiner, P. A., Tremblay, M. S., & Sallis, J. F. (2011). Adults' sedentary behavior determinants and interventions. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.013>
- Pai, L.-W., Li, T.-C., Hwu, Y.-J., Chang, S.-C., Chen, L.-L., & Chang, P.-Y. (2016). The effectiveness of regular leisure-time physical activities on long-term glycemic control in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 113, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2016.01.011>
- Palmer, S. C., Mavridis, D., Nicolucci, A., Johnson, D. W., Tonelli, M., Craig, J. C., ... Strippoli, G. F. M. (2016). Comparison of clinical outcomes and adverse events associated with glucose-lowering drugs in patients with type 2 diabetes: A meta-analysis. *JAMA*, 316(3), 313–324. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.9400>
- Pan American Health Organization. (2011). *Non-communicable diseases in the americas: All sectors of society can help solve the problem*.
- Pan, B., Ge, L., Xun, Y.-Q., Chen, Y.-J., Gao, C.-Y., Han, X., ... Tian, J.-H. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and network meta-analysis. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>
- Pappas, G., & Hyder, A. A. (2005). Exploring ethical considerations for the use of biological and physiological markers in population-based surveys in less developed countries. *Globalization and Health*, 1. <https://doi.org/10.1186/1744-8603-1-16>
- Patterson, C. C., Dahlquist, G., Soltész, G., Green, A., & Group, on behalf of the E. A. S. (2001). Is childhood-onset type I diabetes a wealth-related disease? An ecological

- analysis of European incidence rates. *Diabetologia*, 44(S3), B9–B16.
<https://doi.org/10.1007/PL00002961>
- Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R. T., & Vanhees, L. (2013, February). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, Vol. 43, pp. 121–133.
<https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z>
- Paz-Pacheco, E., & Jimeno, C. (2015). Diabetes care in the Philippines. *Journal of the ASEAN Federation of Endocrine Societies*, 30(2), 118–123.
<https://doi.org/10.15605/jafes.030.02.17>
- Pérez, F. (2009). Epidemiología y fisiopatología de la diabetes mellitus tipo 2. *Rev. Med. Clin. Condes*. Retrieved from http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_20_5/01_Dr_Perez.pdf
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). *Physical activity guidelines advisory committee report*. Washington, DC.
- Proper, K. I., Singh, A. S., van Mechelen, W., Chinapaw, M. J. M., Owen, N., Leslie, E., ... Owen, N. (2011). Sedentary behaviors and health outcomes among adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(2), 174–182.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.10.015>
- Prüss-Ustün, A., Van Deventer, E., Mudu, P., Campbell-Lendrum, D., Vickers, C., Ivanov, I., ... Neira, M. (2019). Environmental risks and non-communicable diseases. *BMJ (Online)*. <https://doi.org/10.1136/bmj.l265>
- Qiu, S., Cai, X., Schumann, U., Velders, M., Sun, Z., & Steinacker, J. M. (2014). Impact of walking on glycemic control and other cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109767>
- Quirk, H., Blake, H., Tennyson, R., Randell, T. L., & Glazebrook, C. (2014). Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabetic Medicine : A Journal of the British Diabetic Association*, 31(10), 1163–1173. <https://doi.org/10.1111/dme.12531>
- Reichert, F. F., Barros, A. J. D., Domingues, M. R., & Hallal, P. C. (2007). The role of perceived personal barriers to engagement in leisure-time physical activity. *American Journal of Public Health*, 97(3), 515–519.
<https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.070144>

- Rosique-Esteban, N., Díaz-López, A., Martínez-González, M. A., Corella, D., Goday, A., Martínez, J. A., ... investigators, P.-P. (2017). Leisure-time physical activity, sedentary behaviors, sleep, and cardiometabolic risk factors at baseline in the PREDIMED-PLUS intervention trial: A cross-sectional analysis. *PLOS ONE*, 12(3), e0172253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172253>
- Rosito, G. A., Massaro, J. M., Hoffmann, U., Ruberg, F. L., Mahabadi, A. A., Vasan, R. S., ... Fox, C. S. (2008). Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample: The Framingham Heart Study. *Circulation*, 117(5), 605–613. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.743062>
- Sadarangani, K. P., Von Oetinger, A., Cristi-Montero, C., Cortínez-O’Ryan, A., Aguilar-Farías, N., & Martínez-Gómez, D. (2018). Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin-America: A cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009–2010. *Preventive Medicine*, 107, 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.005>
- Sallis, J. F., Bull, F., Guthold, R., Heath, G. W., Inoue, S., Kelly, P., ... Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committee. (2016). Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *Lancet (London, England)*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30581-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30581-5)
- Salmon, J. (2016). Move more, sit less! Time for a national physical activity action plan. *The Medical Journal of Australia*, 205(3), 100. <https://doi.org/10.5694/mja16.00592>
- Sampson, M. J., Crowle, T., Dhatariya, K., Dozio, N., Greenwood, R. H., Heyburn, P. J., ... Walden, E. (2006). Trends in bed occupancy for inpatients with diabetes before and after the introduction of a diabetes inpatient specialist nurse service. *Diabetic Medicine*, 23(9), 1008–1015. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01928.x>
- Sattar, N., Gaw, A., Scherbakova, O., Ford, I., O’Reilly, D. S. J., Haffner, S. M., ... Shepherd, J. (2003). Metabolic syndrome with and without C-reactive protein as a predictor of coronary heart disease and diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study. *Circulation*, 108(4), 414–419. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000080897.52664.94>
- Saunders, L. E., Green, J. M., Petticrew, M. P., Steinbach, R., & Roberts, H. (2013). What are the health benefits of active travel? A systematic review of trials and cohort

- studies. *PLoS ONE*, 8(8), e69912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069912>
- Schwingshackl, L., Dias, S., Strasser, B., & Hoffmann, G. (2013, December 17). Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: A systematic review and network meta-analysis. *PLoS ONE*, Vol. 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082853>
- Scuteri, A., Laurent, S., Cucca, F., Cockcroft, J., Cunha, P. G., Mañas, L. R., ... Metabolic Syndrome and Arteries Research (MARE) Consortium. (2015). Metabolic syndrome across Europe: Different clusters of risk factors. *European Journal of Preventive Cardiology*, 22(4), 486–491. <https://doi.org/10.1177/2047487314525529>
- Selby, J. V., Ray, G. T., Zhang, D., & Colby, C. J. (1997). Excess costs of medical care for patients with diabetes in a managed care population. *Diabetes Care*, 20(9), 1396–1402. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.9.1396>
- Shephard, R. J. (2008). Is active commuting the answer to population health? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(9), 751–758. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18712942>
- Shuval, K., Gabriel, K. P., & Leonard, T. (2013). TV viewing and BMI by race/ethnicity and socio-economic status. *PloS One*, 8(5), e63579. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063579>
- Soltesz, G., Patterson, C., Dahlquist, G., & EURODIAB Study Group. (2007). Worldwide childhood type 1 diabetes incidence ? What can we learn from epidemiology? *Pediatric Diabetes*, 8(s6), 6–14. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2007.00280.x>
- Stamatakis, E., Hirani, V., & Rennie, K. (2009). Moderate-to-vigorous physical activity and sedentary behaviours in relation to body mass index-defined and waist circumference-defined obesity. *British Journal of Nutrition*, 101(05), 765. <https://doi.org/10.1017/S0007114508035939>
- Stern, M. P., Williams, K., Gonzalez-Villalpando, C., Hunt, K. J., & Haffner, S. M. (2004). Does the metabolic syndrome improve identification of individuals at risk of type 2 diabetes and/or cardiovascular disease? *Diabetes Care*, 27(11), 2676–2681. <https://doi.org/10.2337/diacare.27.11.2676>
- Stratton, I. M., Adler, A. I., Neil, H. A., Matthews, D. R., Manley, S. E., Cull, C. A., ... Holman, R. R. (2000). Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective

- observational study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 321(7258), 405–412.
<https://doi.org/10.1136/bmj.321.7258.405>
- Stumvoll, M., Goldstein, B. J., & van Haeften, T. W. (2005). Type 2 diabetes: Principles of pathogenesis and therapy. *The Lancet*, 365(9467), 1333–1346.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)61032-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)61032-X)
- Su, C., Jia, X. F., Wang, Z. H., Wang, H. J., Ouyang, Y. F., & Zhang, B. (2017). Longitudinal association of leisure time physical activity and sedentary behaviors with body weight among Chinese adults from China Health and Nutrition Survey 2004–2011. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71(3), 383–388.
<https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.262>
- Tabák, A. G., Jokela, M., Akbaraly, T. N., Brunner, E. J., Kivimäki, M., & Witte, D. R. (2009). Trajectories of glycaemia, insulin sensitivity, and insulin secretion before diagnosis of type 2 diabetes: An analysis from the Whitehall II study. *The Lancet*, 373(9682), 2215–2221. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60619-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60619-X)
- Tao, X., Li, J., Zhu, X., Zhao, B., Sun, J., Ji, L., ... CCMR-3B STUDY Investigators. (2016). Association between socioeconomic status and metabolic control and diabetes complications: A cross-sectional nationwide study in Chinese adults with type 2 diabetes mellitus. *Cardiovascular Diabetology*, 15(1), 61.
<https://doi.org/10.1186/s12933-016-0376-7>
- Telecomunicaciones, M. de T. y. (2018). *Diario Oficial de la República de Chile I*. Retrieved from www.diariooficial.cl
- ten Brinke, R., Dekker, N., de Groot, M., & Ikkersheim, D. (2008). Lowering HbA1c in type 2 diabetics results in reduced risk of coronary heart disease and all-cause mortality. *Primary Care Diabetes*. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2007.12.004>
- Thorp, A. A., Owen, N., Neuhaus, M., & Dunstan, D. W. (2011a). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.004>
- Thorp, A. A., Owen, N., Neuhaus, M., & Dunstan, D. W. (2011b). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 207–215.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.004>
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A.

- E., ... Wondergem, R. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
- U.S. Department of Health and Human Services. (2008). *2008 physical activity guidelines for Americans*. Retrieved from www.health.gov/paguidelines
- UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. (1998). Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet*.
- Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Kramer, C. K., Leitão, C. B., Zucatti, A. T. N., Azevedo, M. J., ... Schaan, B. D. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes. *JAMA*, 305(17), 1790. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.576>
- Valenzuela B, A. A., Maíz, A., Margozzini I, P., Ferreccio, C., Rigotti, A., Olea, R., & Arteaga, A. (2010). Prevalencia de síndrome metabólico en población adulta chilena: datos de la Encuesta Nacional de Salud 2003. *Revista Médica de Chile*, 138(6), 707–714. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010000600007>
- van Uffelen, J. G. Z., Wong, J., Chau, J. Y., van der Ploeg, H. P., Riphagen, I., Gilson, N. D., ... Brown, W. J. (2010). Occupational sitting and health risks: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(4), 379–388. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.05.024>
- Von, L., Smith, H., Knut, A., Ae, B.-J., & Jørgensen, T. (2007). *Commuting physical activity is favourably associated with biological risk factors for cardiovascular disease*. <https://doi.org/10.1007/s10654-007-9177-3>
- Wadén, J., Tikkanen, H. K., Forsblom, C., Harjutsalo, V., Thorn, L. M., Saraheimo, M., ... Group, on behalf of the F. S. (2015). Leisure-time physical activity and development and progression of diabetic nephropathy in type 1 diabetes: The FinnDiane Study. *Diabetologia*, 58(5), 929–936. <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3499-6>
- Wang, S.-L., Head, J., Stevens, C., & Fuller, J. H. (1996). Excess mortality and its relation to hypertension and proteinuria in diabetic patients. *Diabetes Care*, 19(4), 305–312. <https://doi.org/10.2337/diacare.19.4.305>
- Warburton, D., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L., & Bredin, S. (2010). A systematic

- review of the evidence for Canada's physical activity guidelines for adults. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 39.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-39>
- Warburton, D., Nicol, C., & Bredin, S. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal = Journal de l'Association Medicale Canadienne*, 174(6), 801–809. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
- Weir, R. F. (1998). *Stored tissue samples : ethical, legal, and public policy implications*. University of Iowa Press.
- Welk, G. (2002). *Physical activity assessments for health-related research*.
- Wewege, M. A., Thom, J. M., Rye, K.-A., & Parmenter, B. J. (2018). Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*, 274, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002>
- Whitaker, K. M., Buman, M. P., Odegaard, A. O., Carpenter, K. C., Jacobs, D. R., Sidney, S., & Pereira, M. A. (2018). Sedentary behaviors and cardiometabolic risk: An isotemporal substitution analysis. *American Journal of Epidemiology*, 187(2), 181–189. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx209>
- Wijndaele, K., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Barnett, A. G., Salmon, J., Shaw, J. E., ... Owen, N. (2010). Increased cardiometabolic risk is associated with increased TV viewing time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(8), 1511–1518.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d322ac>
- Wilmot, E. G., Edwardson, C. L., Achana, F. A., Davies, M. J., Gorely, T., Gray, L. J., ... Biddle, S. J. H. (2012). Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*, 55(11), 2895–2905. <https://doi.org/10.1007/s00125-012-2677-z>
- Withall, J., Jago, R., & Fox, K. R. (2011). Why some do but most don't. Barriers and enablers to engaging low-income groups in physical activity programmes: A mixed methods study. *BMC Public Health*, 11, 507. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-507>
- Woodcock, J., Edwards, P., Tonne, C., Armstrong, B. G., Ashiru, O., Banister, D., ... Roberts, I. (2009). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: Urban land transport. *Lancet (London, England)*, 374(9705), 1930–1943.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61714-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61714-1)

World Health Organization. (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic: Report of a WHO consultation*. World Health Organization.

World Health Organization. (2004). *Global strategy on diet, physical activity and health. Report by the Secretariat*. Retrieved from

http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_9-en.pdf

World Health Organization. (2005). *Preventing chronic diseases a vital investment*. Retrieved from

https://www.who.int/chp/chronic_disease_report/contents/part1.pdf?ua=1

World Health Organization. (2008). *Pacific physical activity guidelines for adults framework for accelerating the communication of physical activity guidelines*.

World Health Organization. (2009a). Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. In *Bulletin of the World Health Organization* (Vol. 87). <https://doi.org/10.2471/BLT.09.070565>

World Health Organization. (2009b). *Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ)*. Retrieved from www.who.int/chp/steps

World Health Organization. (2010a). *Global recommendations on physical activity for health*. Retrieved from <https://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf>

World Health Organization. (2010b). Global recommendations on physical activity for health. In *WHO*. Retrieved from

<http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/en/>

World Health Organization. (2013). *Global action plan for the prevention and control of non-communicable diseases 2013-2020*. Retrieved from www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html

World Health Organization. (2014). *Global status report on noncommunicable diseases 2014*. World Health Organization.

World Health Organization. (2015). Prevalence of insufficient physical activity among school going adolescents - Data by WHO region. In *Global Health Observatory data repository*. Retrieved from World Health Organization website:

<http://apps.who.int/gho/data/view.main.2482ADO?lang=en>

World Health Organization. (2016a). OMS | ¿Qué es la promoción de la salud?

- World Health Organization. (2016b). WHO | Physical activity.
- World Health Organization. (2017). Cardiovascular diseases (CVDs). Retrieved May 23, 2019, from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- World Health Organization. (2018a). *Obesity and overweight*. Retrieved from <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- World Health Organization. (2018b). *Physical activity for health*. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf, accessed 23 February 2018
- World Health Organization. (2018c). Prevalence of insufficient physical activity among adults - Data by WHO region. In *Global Health Observatory data repository*. Retrieved from World Health Organization website: <http://apps.who.int/gho/data/view.main.2482?lang=en#>
- Xiao, J., Wu, C., Xu, G., Huang, J., Gao, Y., Lu, Q., ... Cai, H. (2016). Association of physical activity with risk of metabolic syndrome: Findings from a cross-sectional study conducted in rural area, Nantong, China. *Journal of Sports Sciences*, 34(19), 1839–1848. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1140221>
- Yang, L., Panter, J., Griffin, S. J., & Ogilvie, D. (2012). Associations between active commuting and physical activity in working adults: Cross-sectional results from the Commuting and Health in Cambridge study. *Preventive Medicine*, 55(5), 453–457. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.08.019>
- Yang, Z., Scott, C. A., Mao, C., Tang, J., & Farmer, A. J. (2014). Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0128-8>
- Yardley, J. E., Hay, J., Abou-Setta, A. M., Marks, S. D., & McGavock, J. (2014). A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 106(3), 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2014.09.038>
- Yau, J. W. Y., Rogers, S. L., Kawasaki, R., Lamoureux, E. L., Kowalski, J. W., Bek, T., ... Wong, T. Y. (2012). Global prevalence and major risk factors of diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 35(3), 556–564. <https://doi.org/10.2337/dc11-1909>
- You, W.-P., & Henneberg, M. (2016). Type 1 diabetes prevalence increasing globally and

regionally: The role of natural selection and life expectancy at birth. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 4(1), e000161. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2015-000161>

Zhu, S., Wang, Z., Heshka, S., Heo, M., Faith, M. S., & Heymsfield, S. B. (2002). Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: Clinical action thresholds. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(4), 743–743. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.4.743>

ARTÍCULO 1

PRIMARY CARE DIABETES 13 (2019) 360–369



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Primary Care Diabetes

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/pcd>



Leisure time physical activity is associated with better metabolic control in adults with type 1 and type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study from two public hospitals in Chile

Kabir P. Sadarangani^{a,b,*}, Astrid Von Oetinger^{a,c}, Nestor Soto Isla^d, David Martínez-Gómez^{b,e}

^a School of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Universidad San Sebastian, Lota 2465, Santiago 7510157, Chile

^b Department of Physical Education, Sport and Human Movement, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid 28049, Spain

^c Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, Santiago, 8370109, Chile

^d Unidad de Endocrinología y Diabetes, Hospital San Borja-Arriarán, Santiago, 8360160, Chile

^e IMDEA Food Institute, CEI UAM + CSIC, Madrid 28049, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 July 2018

Received in revised form

30 November 2018

Accepted 28 January 2019

Available online 19 February 2019

Keywords:

Physical activity

Type 1 diabetes

Type 2 diabetes

Glycated hemoglobin

Chile

ABSTRACT

Aim: To examine the association between leisure time physical activity (LTPA) and metabolic control, in adults with diabetes mellitus (DM).

Methods: A cross-sectional study was conducted in two hospitals (Santiago, Chile) with 101 type 1 (mean 34.4 ± 12.3 years) and 100 type 2 DM (mean 57.8 ± 5.2 years) adults. Glycated hemoglobin level (A1C) was obtained, and LTPA levels were estimated through the Global Physical Activity Questionnaire.

Multiple linear regression models were fitted evaluating the independent effect of LTPA, sociodemographic, cardiovascular risk factors and other types of physical activity (PA) on metabolic control.

Results: DM participants which reported no LTPA had higher levels of A1C (type 1 mean A1C: $8.8 \pm 1.5\%$ and type 2 mean A1C: $9.2 \pm 1.4\%$) compared to those who fulfilled PA recommendations of ≥ 150 min/week (type 1 mean A1C: $8.0 \pm 1.6\%$ and type 2 mean A1C: $8.1 \pm 1.4\%$).

Regression analysis showed that A1C levels were negatively associated with ≥ 150 min/week on LTPA in type 1 ($b = -0.25$; 95%CI -0.16 to -0.01) and type 2 DM ($b = -0.24$; 95%CI -0.29 to -0.02) participants.

Conclusion: Leisure time physical activity may be considered as an efficient and inexpensive non-pharmacological tool for DM treatment. Hence, healthcare professionals should educate and promote PA since primary-care diagnosis in addition to prevent disease-related complications.

© 2019 Primary Care Diabetes Europe. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

* Corresponding author at: School of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Universidad San Sebastian, Lota 2465, Santiago 7510157, Chile.

E-mail address: kabir.sadarangani@gmail.com (K.P. Sadarangani).

<https://doi.org/10.1016/j.pcd.2019.01.009>

1751-9918/© 2019 Primary Care Diabetes Europe. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Addressing physical inactivity has been part of the United Nations and World Health Organization (WHO) strategy since 2004, in order to reducing all-cause mortality [1]. However, slow decisive policy responses have attenuated all favorable effects of physical activity (PA) in non-communicable diseases. One of these pandemic diseases is diabetes mellitus (DM), with three main types; type 1 (T1), type 2 (T2) and gestational, among others (monogenic and secondary diabetes are less common), but all of them characterized by signs and symptoms of chronic hyperglycemia [2]. DM sums up to 425 million (M) worldwide, of which three-quarters are of working age and two-thirds living in urban areas, plus an estimate of 212 M still remaining undiagnosed [3]. Moreover, DM is a major cause of premature death in most developed and developing countries; responsible for 4.0 M deaths in 2013, of which most of them are attributable to cardiovascular diseases (CVD) [3].

The American Diabetes Association (ADA) recommends a healthy lifestyle including; pharmacotherapy, education, diet and PA as the cornerstone for DM management [4]. Within these factors, PA is considered one of the most important low-cost modifiable factor in the prevention and treatment of DM [5]. Moreover, WHO and ADA encourage patients with DM to perform at least 150 min/week of moderate-vigorous physical activity (MVPA) or 75 min/week of vigorous-intensity, or an equivalent combination of both [4,6]. To date, several studies have demonstrated the benefits of meeting PA recommendations on metabolic control and progression of chronic complications [7–10]. In addition, leisure-time physical activity (LTPA) domain, has been associated with better self-rated health and metabolic control (glycated hemoglobin <7%) among people with DM [11–14]. Also, this domain best fits in categorizing PA levels of populations [15], adding relevant information for the creation of new public health policies. However, this evidence has been widely demonstrated in T2, but not in T1 DM, which is still controversial [16].

Despite the numerous benefits associated with PA, 9.4% of Chileans adults were diagnosed with DM in 2009, with more than 65.0% having poor metabolic control [17]. Moreover, specific information regarding number of T1 or T2 DM patients reaching these targets due to physical inactivity are inaccessible or nonexistent. Furthermore, information on PA levels in DM patients from hospitals in Latin-America are scarce. Therefore, the importance of PA in this high-risk group needs to be better understood in order to structure efficient public prevention programs.

Thus, the aim of the present study was to examine the association between LTPA and metabolic control, assessed by glycated hemoglobin (A1C), in Chilean adults with T1 and T2 DM from two public hospitals in Santiago de Chile.

2. Methods

2.1. Study design and subjects

We designed an observational, cross-sectional study between October 2016 and May 2017 involving DM outpatients from two

public hospitals in Santiago de Chile. Participants with T1 DM included in this study were: diagnosed before the age of 35 by autoantibodies (i.e. islet cell, insulin, protein tyrosine phosphatase and glutamic acid decarboxylase 65) and C-peptide, had an insulin treatment permanently started within one year of diagnosis and recruited from the Endocrinology and Diabetes department at San Borja Arriarán Hospital. Moreover, only 1.9% of patients wore an insulin pump, while their counterparts went on combination therapy with insulin glargine (basal) and aspart (bolus). On the other hand, T2 DM participants included in this study were between 40–65 years, with disease duration ≥ 12 months, treated with oral hypoglycemic agents (metformin, sulfonylureas or acarbose) and recruited from the Endocrinology department at El Pino Hospital. All DM participants counted with an immunoassay A1C result available within the past month and absence of pregnancy. Participants who met at least one of the following criteria analyzed in their medical chart and/or history were excluded: myocardial infarction, coronary artery bypass, stroke, diabetes complications (retinopathy, nephropathy and neuropathy), chronic pulmonary disease or disabilities (limb amputation and/or palsy's). Musculoskeletal injuries <3 months and/or usage of orthopedic devices (wheelchairs, walkers, walking stick, etc.) were also excluded due to PA limitation.

Participants were approached after regular checkup with their physicians, and then invited to participate voluntarily in the study if he/she met the inclusion/exclusion criteria. Two weeks after initial approach and previous confirmation via telephone, information on; age, sex, educational level, PA, alcohol and smoking were registered, while height, weight and waist circumference were measured. Hypertension (doctor diagnosed), A1C and lipid profile (within the past month) were assessed by analyzing their medical chart.

This study protocol was approved by the ethics research committee of the central and south metropolitan health service for T1 and T2 DM participants, respectively. Written informed consent was obtained from all participants and carried out in accordance with the declaration of Helsinki.

2.2. Socio-demographic

DM participants were classified according to their highest level of education successfully attained into; low (<8 school years), middle (8–12 school years) and high (>12 school years) groups.

2.3. Evaluation of physical activity

The Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) was developed by WHO as a tool for surveillance of population levels of PA [18]. In this study, an interviewer assessed PA participation using GPAQ version 2. Frequency and duration of PA in three different domains; leisure-time (recreational), occupational (at work) and travel (active commuting) were obtained from this questionnaire [19]. Leisure-time physical activity is defined as a way participant do sports, fitness and recreational activities and is classified as a moderate-vigorous PA (MVPA) intensity (>4METs). Also, occupational domain shares this intensity classification (MVPA), while travel is considered a moderate intensity activity (4–8 METs) only [19]. Total MVPA and moderate minutes per week (min/week) were calculated

from leisure-time, occupational and travel PA domains separately, respectively. Participants were then classified as none PA (0 min/week; reference value), some PA/insufficiently active (0.1–149.9 min/week), or meets PA recommendation/active (≥ 150 min/week) for every domain, according to WHO [6].

2.4. Diabetes-specific variable

Glycated hemoglobin was determined by high-performance liquid chromatographic method. All samples were analyzed in each central hospital laboratory. Optimal or good metabolic control was defined as having A1C $< 7.0\%$ (< 53 mmol/mol). This target is recommended by the ADA to reduce frequency of hypoglycemia and microvascular complications [4].

2.5. Anthropometric data

Weight and height were measured in light clothing and without shoes, according to a standardized method using a SECA scale with a stadiometer registered by a trained nurse. Body mass index (BMI) was calculated as weight (kg) divided by the height in squared meters (m^2).

Waist circumference was also measured to the nearest 0.1 cm.

2.6. Lipid profile

Low density lipoproteins cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and triglycerides levels were obtained from 85 T1 DM participants ($n = 16$ missing), recorded in their medical chart. Type 1 participants were then classified into two groups according to CVD risk. High risk was defined when LDL-C ≥ 100 mg/dL (≥ 2.6 mmol/L), or HDL-C was < 40 mg/dL (< 1.03 mmol/L) in males and < 50 mg/dL (< 1.29 mmol/L) in females, or triglycerides: ≥ 150 mg/dL (≥ 1.7 mmol/L) [4]. Unfortunately, for T2 DM patients, lipid profile was unavailable, and total cholesterol levels (mg/dL) was used to characterize their metabolic profile.

2.7. Statistical analysis

Descriptive statistics are presented as means with standard deviations (SD) for quantitative variables, and frequencies with percentages for categorical variables.

When comparing continuous variables, ANOVA was used for normally distributed variables. To compare LTPA groups with qualitative variables, chi-square and Fisher's exact test was used, when indicated.

Multivariate linear regression was fitted in order to estimate the magnitude of the association between LTPA and A1C. Due to the skewed distribution, A1C was log-transformed (\log_{10}). For this analysis, participants who engaged into none LTPA were used as the reference group. First, a partially adjusted model analyzed age, sex and educational level (model 1). Then further adjustment also included BMI, waist circumference, hypertension, travel and occupational PA (model 2). Finally, adjustments for LDL-C, HDL-C, triglycerides and medications were included for a subsample in T1 DM (model 3), and, total cholesterol levels only in T2 DM participants (model 3). Due to log transformation, and to allow

for direct comparison across covariates, results of the linear regression analysis are presented as the standardized beta coefficient.

Likelihood ratio tests were performed to determine whether interactions existed between sex or age and LTPA in terms of A1C. However, no evidence for sex or age interactions in either of our two-multivariate linear regression analysis were found (all P for interaction > 0.05).

All statistical analyses were performed using Stata v. 12 (StataCorp LP). Significance level was set at 5% ($p < 0.05$).

3. Results

The sample consisted of 101 T1 (53.5% males) and 100 T2 DM participants (23.0% males). Average age (34.4 ± 12.3 years versus 57.8 ± 5.2 years), BMI (25.2 ± 3.6 kg/ m^2 versus 31.2 ± 5.5 kg/ m^2), waist circumference (84.7 ± 12.8 cm versus 90.0 ± 12.7 cm) and A1C levels ($8.41 \pm 1.5\%$ versus $9.0 \pm 1.6\%$) were lower in T1 in comparison with T2 DM participants ($p < 0.001$), respectively. Moreover, 35.6% of T1 DM participants were classified as active according to LTPA, while exclusively 8.0% of T2 DM fulfilled this criterion ($p < 0.001$). However, no differences in metabolic control ($\geq 7\%$ T1 DM 89.1% and T2 DM 87.0%) nor hypertension were found between types of DM ($p > 0.05$). Sample characteristics are presented in Table 1.

Table 2 summarizes the sample characteristics according to LTPA categories and type of DM. Active T1 and T2 DM participants had lower levels of A1C (T1 DM $8.0 \pm 1.6\%$ and T2 DM $8.1 \pm 1.4\%$) compared to those who did not perform any LTPA (T1 DM $8.8 \pm 1.5\%$ and T2 DM $9.2 \pm 1.4\%$; $p < 0.01$). However, age difference across LTPA categories were only found in T1 DM participants (meet recommendations: 30.0 ± 11.8 years; some: 36.3 ± 12.5 years; none: 37.2 ± 11.9 years).

Tables 3 and 4 displays the adjusted associations of A1C, LTPA and covariates in T1 and T2 DM participants, respectively. The adjusted multiple linear regression shown in Table 3, indicated that there were significant independent association between A1C and high educational levels ($\beta -0.63$, 95% CI -0.46 to -0.01 , $p < 0.05$), and active participants ($\beta -0.24$, 95% CI -0.16 to -0.01 , $p = 0.02$) in model 1. However, after adjustment for BMI, waist circumference, hypertension and other PA domains, (model 2) only active participants ($\beta -0.25$, 95% CI -0.16 to -0.01 , $p < 0.03$) remained significant. This association persisted ($\beta -0.26$, 95% CI -0.17 to -0.01 , $p < 0.05$) in T1 DM subsample, after further adjustments for LDL-C, HDL-C, triglycerides and medications (model 3).

In T2 DM participants, significant independent association were found between A1C and higher educational level ($\beta -0.30$, 95% CI -0.24 to -0.03 , $p < 0.02$), and those who engaged into ≥ 150 min/week on LTPA ($\beta -0.20$, 95% CI -0.26 to -0.01 , $p = 0.04$). Moreover, A1C was significantly associated with middle ($\beta -0.25$, 95% CI -0.18 to -0.01 , $p < 0.05$) and high educational levels ($\beta -0.25$, 95% CI -0.21 to -0.01 , $p = 0.04$), and active participants ($\beta -0.24$, 95% CI -0.29 to -0.02 , $p < 0.03$) when adjusted for cardiovascular risk factors and other PA domains in model 2. However, this association attenuated to the null after additionally controlling for total cholesterol levels (model 3).

Table 1 – Descriptive characteristics of the sample by type of diabetes mellitus.

| Variable | Unit | DM type1 n = 101 | DM type 2 n = 100 | p Value |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------|
| Age | Years | Mean (SD) 34.4 (12.3) | Mean (SD) 57.8 (5.2) | <0.001 |
| A1C | Percentage (%) | 8.4 (1.5) | 9.0 (1.6) | <0.006 |
| Body mass index | Kg/mt ² | 25.2 (3.6) | 31.2 (5.5) | <0.001 |
| Waist circumference | cm | 84.7 (12.8) | 90.0 (12.7) | <0.004 |
| Total PA | Min/week | 1359.7 (1581.4) | 300 (446.6) | <0.001 |
| Leisure time PA | Min/week | 180.7 (390.0) | 39.9 (86.3) | <0.001 |
| Travel PA | Min/week | 306.7 (373.3) | 137 (322.0) | <0.001 |
| Occupational PA | Min/week | 872.2 (1306.4) | 123.1 (292.8) | <0.001 |
| LDL-cholesterol ^a | Mg/dL | 99.8 (35.3) | – | |
| HDL-cholesterol ^a | mg/dL | 58.6 (24.3) | – | |
| Triglycerides ^a | mg/dL | 115.9 (78.8) | – | |
| Total cholesterol levels (mg/dL) | mg/dL | – | 251.5 (57.1) | |
| Variable | Category | % | % | |
| Sex | Male | 53.5% | 23.0% | <0.001 |
| | Female | 46.5% | 77.0% | |
| Educational level | Low (<8 years) | 2.0% | 21.0% | <0.001 |
| | Middle (8–12 years) | 28.7% | 58.0% | |
| | High (>12 years) | 68.3% | 21.0% | |
| Metabolic control | Good (<7%) | 11.9% | 13.0% | 0.810 |
| | Bad (≥7%) | 88.1% | 87.0% | |
| Hypertension ^b | No | 68.3% | 77.0% | 0.167 |
| | Yes | 31.7% | 23.0% | |
| | None ^c | 2.0% | 22.0% | |
| Total PA | Some ^d | 9.9% | 26.0% | <0.001 |
| | Meet recommendations ^e | 88.1% | 52.0% | |
| | None ^c | 41.6% | 69.0% | |
| Leisure-time PA | Some ^d | 22.8% | 23.0% | <0.001 |
| | Meet recommendations ^e | 35.6% | 8.0% | |
| | None ^c | 13.9% | 34.0% | |
| Travel PA | Some ^d | 18.8% | 45.0% | <0.001 |
| | Meet recommendations ^e | 67.3% | 21.0% | |
| | None ^c | 48.5% | 60.0% | |
| Occupational PA | Some ^d | 4.0% | 15.0% | 0.001 |
| | Meet recommendations ^e | 47.5% | 25.0% | |

Abbreviations: DM = diabetes mellitus; A1C = glycated hemoglobin; PA = physical activity; LDL = low density lipoprotein; HDL = high density lipoprotein; kg = kilograms; mt = meters; cm = centimeter; min = minutes; mg = milligrams; dL = deciliter.

^a n = 85.

^b Hypertension defined as doctor diagnosed hypertension; systolic/diastolic blood pressure ≥ 140/90 mmHg respectively.

^c None = 0 min/week.

^d Some = 0.1/149.99 min/week.

^e Meet recommendations = ≥ 150 min/week.

4. Discussion

In this cross-sectional study, we analyzed the association between self-reported PA and A1C, and cardiovascular risk factors from two hospitals in Santiago de Chile. More than 65% and 90% of T1 and T2 DM patients, respectively, participated in <150 min/week of LTPA. After adjusting for potential confounders, T1 and T2 DM active participants, were associated with lower levels of A1C, than those who engaged in less than 150 min/week of moderate to vigorous LTPA.

The present study shows that independently of the type of DM, more than 85% of these patients (T1 DM 88.1%; T2 DM 87.0%) have poor metabolic control. These results are in accordance with studies conducted in Sweden (82.6%) [20], China (80.4%) [21] and United States (75%) [22] for T1, and Philippines (85.0%) [23], Kuwait (80.8) [24] and Qatar (77.7%) [25] for T2 DM. In addition, a recent 2018 meta-analysis found that European

and North-American T2 DM patients, are more likely to meet A1C targets in comparison with the rest of the world [26]. However, methods for measuring A1C, participant characteristics and healthcare systems were different across T1 and T2 DM studies.

An inverse association between LTPA and A1C in DM participants was also present in our study. When accounting for T1 DM, a Finnish study found that A1C levels were lower in high, than moderate, and light LTPA intensities ($8.6 \pm 1.4\%$; $8.3 \pm 1.3\%$; 8.2 ± 1.5 , $p < 0.001$) [13]. Moreover, a study conducted in Spain found that DM participants who dedicated ≥150 min/week on intense PA, had lower levels of A1C in comparison with their counterparts (≥150 min/week A1C: $7.2 \pm 1.0\%$; 0.1–149.9 min/week A1C: $7.8 \pm 1.1\%$; 0 min/week A1C: $8.0 \pm 1.0\%$) [7]. Also, a multicenter study conducted in Germany and Austria involving 18028 adults, found that those who engaged into more LTPA had lower levels of A1C in contrast with those who practice less (7.84 ± 0.06 ; 7.92 ± 0.06 ;

Table 2 – Characteristics of diabetes mellitus participants by physical activity levels.

| Variable | DM type 1 | | | | DM type 2 | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|---------|----------------------------------|----------------------------------|--|---------|
| | None ^b PA | Some ^c PA | Meet ^d PA recommen- dations | p-Value | None ^b PA | Some ^c PA | Meet ^d PA recommen- dations | p-Value |
| | n = 42 mean (SD) 8.8 (1.5) | n = 23 mean (SD) 8.3 (1.0) | n = 36 mean (SD) 8.0 (1.6) | | n = 69 mean (SD) 9.2 (1.4) | n = 23 mean (SD) 8.7 (2.0) | n = 8 mean (SD) 8.1 (1.4) | |
| A1C (%) | | | | <0.01 | | | | 0.04 |
| BMI (kg/mt ²) | 25.6 (3.7) | 24.5 (3.2) | 25.1 (3.7) | 0.50 | 31.9 (5.1) | 29.2 (4.4) | 31.0 (9.3) | 0.07 |
| Waist circumference (cm) | 87.3 (13.8) | 82.1 (12.7) | 83.2 (11.3) | 0.17 | 91.6 (10.9) | 85.8 (9.9) | 88.5 (26.7) | 0.15 |
| Age (years) | 37.2 (11.9) | 36.3 (12.5) | 30.0 (11.8) | 0.01 | 57.8 (5.1) | 57.8 (4.9) | 57.8 (7.5) | 0.82 |
| Total Cholesterol Levels (mg/dL) | – | – | – | – | 255.6 (53.0) | 253.7 (68.7) | 209.5 (43.9) | 0.06 |
| | % | % | % | | % | % | % | |
| Sex | | | | | | | | |
| Males | 47.6% | 69.6% | 50.0% | 0.21 | 23.2% | 30.4% | 0.0% | 0.23 |
| Females | 52.4% | 30.4% | 50.0% | | 76.8% | 69.6% | 100.0% | |
| Educational Level | | | | | | | | |
| Low | 4.8% | 0% | 0% | 0.23 | 21.7% | 21.7% | 12.5% | 0.82 |
| Middle | 30.9% | 39.1% | 19.4% | | 59.4% | 56.5% | 50.0% | |
| High | 64.3% | 60.9% | 80.6% | | 18.9% | 21.8% | 37.5% | |
| Metabolic Control | | | | | | | | |
| Good | 7.1% | 4.4% | 22.2% | 0.05 | 7.3% | 26.1% | 25.0% | 0.03 |
| Bad | 92.9% | 95.6% | 77.8% | | 92.7% | 73.9% | 75.0% | |
| Hypertension ^a | | | | | | | | |
| No | 7.3% | 26.1% | 25.0% | 0.72 | 79.7% | 79.9% | 62.5% | 0.46 |
| Yes | 92.7% | 73.9% | 75.0% | | 20.3% | 26.1% | 37.5% | |
| | n = 37 | n = 19 | n = 29 | | | | | |
| LDL-Cholesterol ^g | | | | | | | | |
| Low risk | 54.1% | 63.2% | 55.2% | 0.80 | – | – | – | – |
| High risk ^f | 45.9% | 36.8% | 44.8% | | – | – | – | |
| HDL-Cholesterol ^e | | | | | | | | |
| Low risk | 73.0% | 79.0% | 82.8% | 0.64 | – | – | – | – |
| High risk ^g | 27.0% | 21.0% | 17.2% | | – | – | – | |
| Triglycerides ^e | | | | | | | | |
| Low risk | 81.1% | 79.0% | 82.8% | 0.95 | – | – | – | – |
| High risk ^h | 18.9% | 21.0% | 17.2% | | – | – | – | |

Abbreviations: DM = diabetes mellitus; A1C = glycated hemoglobin; PA = physical activity; LDL = low density lipoprotein; HDL = high density lipoprotein; kg = kilograms; mt = meters, cm = centimeter; min = minutes; mg = milligrams; dL = deciliter.

^a Hypertension defined as doctor diagnosed hypertension; systolic/diastolic blood pressure $\geq 140/90$ mmHg respectively.

^b None = 0 min/week.

^c Some = 0.1/149.9 min/week.

^d Meet recommendations = ≥ 150 min/week.

^e n = 85.

^f LDL-cholesterol high risk = ≥ 100 mg/dL.

^g HDL cholesterol high risk = < 40 mg/dL Males or < 50 in females.

^h Triglycerides high risk = ≥ 150 mg/dL.

8.20 ± 0.05 ; $p < 0.001$) [14]. All of the studies compared above used self-reported PA questionnaires, however, some targeted intensity, while others frequency only. This study also found that being active results in -8.8% difference in A1C levels, when adjusting for sociodemographic, cardiovascular risk factors and other PA domains in T1 DM participants. This decline is in accordance with a meta-analysis published in 2014 including 6 randomized trials with 323 adults with DM, were in the pooled analysis, participants experienced a mean difference of -0.78% (95% CI -1.14 to -0.41) in their A1C levels [27]. However, results are contradictory involving T1 DM patients, as another meta-analysis conducted in 2013, found no significant reduction after including 13 controlled trials (SMD -0.25 ; 95% CI -0.59 to 0.09) [16].

On the other hand, associations between LTPA and A1C are less controversial in T2 DM. A study conducted in Japan, found that DM participants classified in higher intensity categories (≥ 3.6 METs) of LTPA had lower levels of A1C ($\beta = -0.0003$, $p = 0.03$) [12]. In our study active LTPA participants exhibit a -15.6% change in their A1C levels, when adjusted for sociodemographic, cardiovascular risk factors and other types of PA. This decline is in accordance with a meta-analysis conducted in 2011, when ≥ 150 min/week of structured exercise was associated with a A1C absolute reduction of 0.89% (95% CI -1.26 to -0.51) [8]. Also, another meta-analysis who included 18 randomized controlled studies concluded that T2 DM engaging into regular LTPA (≥ 150 min/week) lowered their A1C levels in -0.60% (95% CI -0.83 to -0.37) [9]. Both meta-analysis cited

Table 3 – Adjusted associations of sociodemographic, metabolic, anthropometric, physical activity with glycated hemoglobin in type 1 diabetes mellitus participants (n = 101).

| Variable | Category | Standardized β -coefficient ^a | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
| | | Model 1 ^b | | Model 2 ^c | | Model 3 ^d | |
| | | A1C (95% CI) | p-Value | A1C (95% CI) | p-Value | A1C (95% CI) | p-Value |
| Age (years) | | -0.15 (-0.01; 0.01) | 0.13 | -0.17 (-0.01; 0.01) | 0.06 | -0.14 (-0.01; 0.01) | 0.23 |
| Sex | Male | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Female | 0.11 (-0.02; 0.10) | 0.23 | 0.13 (-0.03; 0.12) | 0.22 | 0.05 (-0.07; 0.10) | 0.73 |
| Educational Level | Low (<8 years) | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Middle (8–12 years) | -0.27 (-0.33; 0.13) | 0.39 | -0.27 (-0.33; 0.13) | 0.40 | -0.27 (-0.34; 0.14) | 0.43 |
| | High (>12 years) | -0.63 (-0.46; -0.01) | <0.05 | -0.62 (-0.46; 0.02) | 0.05 | -0.58 (-0.44; 0.04) | 0.11 |
| Leisure-Time PA | None ^g | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^h | -0.13 (-0.14; 0.03) | 0.20 | -0.12 (-0.13; 0.04) | 0.28 | -0.11 (-0.14; 0.05) | 0.38 |
| | Meet recommendations ⁱ | -0.24 (-0.16; -0.01) | 0.02 | -0.25 (-0.16; -0.01) | <0.03 | -0.26 (-0.17; -0.01) | <0.04 |
| Body mass index (kg/m ²) | | – | – | 0.01 (-0.01; 0.01) | 0.97 | 0.13 (-0.01; 0.02) | 0.43 |
| Waist circumference (cm) | | – | – | 0.18 (-0.01; 0.01) | 0.16 | -0.08 (-0.01; 0.01) | 0.62 |
| Hypertension ^e | No | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Yes | – | – | -0.09 (-0.11; 0.04) | 0.38 | 0.09 (-0.05; 0.12) | 0.45 |
| Travel PA | None ^g | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^h | – | – | 0.08 (-0.07; 0.15) | 0.52 | 0.24 (-0.03; 0.21) | 0.12 |
| | Meet recommendations ⁱ | – | – | 0.06 (-0.07; 0.12) | 0.66 | 0.24 (-0.03; 0.19) | 0.15 |
| Occupational PA | None ^g | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^h | – | – | -0.04 (-0.20; 0.14) | 0.71 | 0.04 (-0.15; 0.21) | 0.74 |
| | Meet recommendations ⁱ | – | – | 0.10 (-0.03; 0.10) | 0.30 | 0.14 (-0.03; 0.12) | 0.22 |
| LDL-cholesterol ^f | Low CVD risk | – | – | – | – | Ref | – |
| | High CVD risk ^j | – | – | – | – | -0.01 (-0.07; 0.07) | 0.96 |
| HDL-cholesterol ^f | Low CVD risk | – | – | – | – | Ref | – |
| | High CVD risk ^k | – | – | – | – | 0.12 (-0.05; 0.14) | 0.33 |
| Triglycerides ^f | Low CVD risk | – | – | – | – | Ref | – |
| | High CVD risk ^l | – | – | – | – | -0.01 (-0.10; 0.09) | 0.92 |
| Medications | Insulin glargine and aspart | – | – | – | – | Ref | – |
| | Insulin pump | – | – | – | – | -0.08 (-0.34; 0.17) | 0.50 |

Abbreviations: A1C=glycated hemoglobin; PA=physical activity; LDL=low density lipoprotein; HDL=high density lipoprotein; kg=kilograms; mt=meters, cm=centimeter; mg=milligrams; dL=deciliter; 95% CI=95% confidence interval, Ref=reference.

^a For every standard deviation unit increase in [variable], there was an average [increase/decrease] of [XX] units in [A1C].

^b Model 1=adjusted for leisure-time physical activity, sex, age and educational level.

^c Model 2=adjusted for leisure-time physical activity, sex, age, educational level, body mass index, waist circumference, hypertension, travel physical activity and occupational physical activity.

^d Model 3=adjusted for leisure-time physical activity, sex, age, educational level, body mass index, waist circumference, hypertension, travel physical activity, occupational physical activity, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, triglycerides and medications.

^e Hypertension defined as doctor diagnosed hypertension; systolic/diastolic blood pressure $\geq 140/90$ mmHg respectively.

^f n=85.

^g None=0 min/week.

^h Some=0.1/149.9 min/week.

ⁱ Meet recommendations= ≥ 150 min/week.

^j LDL-cholesterol high risk= ≥ 100 mg/dL.

^k HDL-cholesterol high risk= <40 mg/dL Males or <50 in Females.

^l Triglycerides high risk= ≥ 150 mg/dL.

Table 4 – Adjusted associations of sociodemographic, metabolic, anthropometric, physical activity with glycated hemoglobin in type 2 diabetes mellitus participants (n = 100).

| Variable | Category | Standardized β -coefficient ^a | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|---------|----------------------|---------|------------------------|---------|
| | | Model 1 ^b | | Model 2 ^c | | Model 3 ^{d,*} | |
| | | A1C (95% CI) | p-Value | A1C (95% CI) | p-Value | A1C (95% CI) | p-Value |
| Age (years) | | -0.06 (-0.01; 0.01) | 0.57 | -0.08 (-0.01; 0.01) | 0.42 | -0.11 (-0.01; 0.01) | 0.17 |
| Sex | Male | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Female | 0.12 (-0.03; 0.14) | 0.24 | 0.12 (-0.04; 0.13) | 0.28 | 0.11 (-0.02; 0.11) | 0.18 |
| Educational level | Low (<8 years) | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Middle (8–12 years) | -0.21 (-0.16; 0.01) | 0.1 | -0.25 (-0.18; -0.01) | <0.05 | -0.28 (-0.17; -0.03) | <0.01 |
| | High (>12 years) | -0.30 (-0.24; -0.03) | <0.02 | -0.25 (-0.21; -0.01) | 0.04 | -0.25 (-0.19; -0.03) | 0.01 |
| Leisure-time PA | None ^e | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^g | -0.15 (-0.15; 0.02) | 0.12 | -0.08 (-0.12; 0.05) | 0.42 | -0.12 (-0.12; 0.02) | 0.13 |
| | Meet recommendations ^h | -0.20 (-0.26; -0.01) | 0.04 | -0.24 (-0.29; -0.02) | <0.03 | -0.08 (-0.16; 0.06) | 0.35 |
| BMI (kg/m ²) | | – | – | 0.13 (-0.01; 0.01) | 0.36 | -0.06 (-0.01; 0.01) | 0.57 |
| Waist circumference (cm) | | – | – | 0.19 (-0.01; 0.01) | 0.19 | 0.08 (-0.01; 0.01) | 0.50 |
| Hypertension ^e | No | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Yes | – | – | 0.07 (-0.05; 0.11) | 0.45 | 0.14 (-0.01; 0.12) | 0.08 |
| Travel PA | None ^f | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^g | – | – | -0.13 (-0.13; 0.03) | 0.25 | -0.19 (-0.13; -0.01) | <0.04 |
| | Meet recommendations ^h | – | – | -0.06 (-0.12; 0.07) | 0.60 | -0.11 (-0.13; 0.03) | 0.20 |
| Occupational PA | None ^f | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^g | – | – | 0.01 (-0.10; 0.11) | 0.91 | -0.05 (-0.10; 0.06) | 0.54 |
| | Meet recommendations ^h | – | – | 0.08 (-0.06; 0.12) | 0.47 | -0.04 (-0.09; 0.05) | 0.67 |
| Total cholesterol levels (mg/dL) | | – | – | – | – | 0.66 (0.01; 0.02) | <0.01 |

Abbreviations: A1C=glycated hemoglobin; PA=physical activity; kg=kilograms; mt=meters cm=centimeter; mg=milligrams; dL=deciliter; 95% CI=95% confidence interval Ref=Reference.

^a n=85.

^a For every standard deviation unit increase in [variable], there was an average [increase/decrease] of [XX] units in [A1C].

^b Model 1=adjusted for leisure-time physical activity, sex, age and educational level.

^c Model 2=adjusted for leisure-time physical activity, sex, age, educational level, body mass index, waist circumference, hypertension, travel physical activity and occupational physical activity.

^d Model 3=adjusted for leisure-time physical activity, sex, age, educational level, body mass index, waist circumference, hypertension, travel physical activity, occupational physical activity and total cholesterol levels.

^e Hypertension defined as doctor diagnosed hypertension; systolic/diastolic blood pressure $\geq 140/90$ mmHg respectively.

^f None=0 min/week.

^g Some=0.1/149.9 min/week.

^h Meet Recommendations= ≥ 150 min/week.

Table 4 – Adjusted associations of sociodemographic, metabolic, anthropometric, physical activity with glycated hemoglobin in type 2 diabetes mellitus participants (n = 100).

| Variable | Category | Standardized β -coefficient ^a | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|---------|----------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | Model 1 ^b | | Model 2 ^c | | Model 3 ^{d, e} | |
| | | A1C (95% CI) | p-Value | A1C (95% CI) | p-Value | A1C (95% CI) | p-Value |
| Age (years) | | –0.06 (–0.01; 0.01) | 0.57 | –0.08 (–0.01; 0.01) | 0.42 | –0.11 (–0.01; 0.01) | 0.17 |
| Sex | Male | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Female | 0.12 (–0.03; 0.14) | 0.24 | 0.12 (–0.04; 0.13) | 0.28 | 0.11 (–0.02; 0.11) | 0.18 |
| Educational level | Low (<8 years) | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Middle (8–12 years) | –0.21 (–0.16; 0.01) | 0.1 | –0.25 (–0.18; –0.01) | <0.05 | –0.28 (–0.17; –0.03) | <0.01 |
| | High (>12 years) | –0.30 (–0.24; –0.03) | <0.02 | –0.25 (–0.21; –0.01) | 0.04 | –0.25 (–0.19; –0.03) | 0.01 |
| Leisure-time PA | None ^f | Ref | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^g | –0.15 (–0.15; 0.02) | 0.12 | –0.08 (–0.12; 0.05) | 0.42 | –0.12 (–0.12; 0.02) | 0.13 |
| | Meet recommendations ^h | –0.20 (–0.26; –0.01) | 0.04 | –0.24 (–0.29; –0.02) | <0.03 | –0.08 (–0.16; 0.06) | 0.35 |
| BMI (kg/mt ²) | | – | – | 0.13 (–0.01; 0.01) | 0.36 | –0.06 (–0.01; 0.01) | 0.57 |
| Waist circumference (cm) | | – | – | 0.19 (–0.01; 0.01) | 0.19 | 0.08 (–0.01; 0.01) | 0.50 |
| Hypertension ^e | No | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Yes | – | – | 0.07 (–0.05; 0.11) | 0.45 | 0.14 (–0.01; 0.12) | 0.08 |
| Travel PA | None ^f | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^g | – | – | –0.13 (–0.13; 0.03) | 0.25 | –0.19 (–0.13; –0.01) | <0.04 |
| | Meet recommendations ^h | – | – | –0.06 (–0.12; 0.07) | 0.60 | –0.11 (–0.13; 0.03) | 0.20 |
| Occupational PA | None ^f | – | – | Ref | – | Ref | – |
| | Some ^g | – | – | 0.01 (–0.10; 0.11) | 0.91 | –0.05 (–0.10; 0.06) | 0.54 |
| | Meet recommendations ^h | – | – | 0.08 (–0.06; 0.12) | 0.47 | –0.04 (–0.09; 0.05) | 0.67 |
| Total cholesterol levels (mg/dL) | | – | – | – | – | 0.66 (0.01; 0.02) | <0.01 |

Abbreviations: A1C = glycated hemoglobin; PA = physical activity; kg = kilograms; mt = meters cm = centimeter; mg = milligrams; dL = deciliter; 95% CI = 95% confidence interval Ref = Reference.

^a n = 85.^a For every standard deviation unit increase in [variable], there was an average [increase/decrease] of [XX] units in [A1C].^b Model 1 = adjusted for leisure-time physical activity, sex, age and educational level.^c Model 2 = adjusted for leisure-time physical activity, sex, age, educational level, body mass index, waist circumference, hypertension, travel physical activity and occupational physical activity.^d Model 3 = adjusted for leisure-time physical activity, sex, age, educational level, body mass index, waist circumference, hypertension, travel physical activity, occupational physical activity and total cholesterol levels.^e Hypertension defined as doctor diagnosed hypertension; systolic/diastolic blood pressure $\geq 140/90$ mmHg respectively.^f None = 0 min/week.^g Some = 0.1/149.9 min/week.^h Meet Recommendations = ≥ 150 min/week.

above, included both sex participants, aged 35–71 years with an intervention period of 8–24 weeks [8,9]. Moreover, a recent meta-analysis unveiled a 0.21% reduction in A1C levels, after achieving 150 min/week, when combining T1 and T2 studies [10]. However, high degree of heterogeneity (83.5%) and different PA interventions were the main limitations of this study [10].

Another interesting result found in our study, was that high educational levels were associated with lower A1C in T1 and T2 DM participants, respectively. These findings are consistent with T1 DM outpatients from Hungary, were an inverse association between metabolic control and educational level (high $7.9 \pm 1.4\%$ versus low $8.8 \pm 1.6\%$; $p < 0.001$) was found [36]. Also, these associations are comparable with a cross-sectional study conducted in China, where most educated T2 DM had 38% (95% CI 1.22–1.56) higher probabilities for achieving A1C levels $< 7\%$, than least educated participants [37]. However, this last study had an older sample (62.6 ± 11.9) and illiteracy was included as an educational level category [37].

Other modifiable behaviors which affect metabolic control such as, alcohol and tobacco consumption [38], were not surprisingly high in our sample. In fact, 99.0% and 96.0% of T1 and 95.0% and 96.0% of T2 DM participants were classified as no risk, and low dependence on alcohol and tobacco consumption, respectively (data not shown). These findings are comparable with a 2012 American study where adults decreased their drinks per day, and number of cigarettes, following a diabetes diagnosis [39]. However, another study conducted in United States evidenced that 22.3% DM participants, remained smokers after diagnosis [40].

Strengths of this study include the fact that measurements across both hospitals were performed by the same trained staff following an identical protocol, and blood samples were analyzed using standardized biochemical analysis.

Despite these strengths, this current study has several limitations. First, a relative small sample, making generalization difficult to patients with DM. Moreover, less than a quarter of T2 DM participants were male. However, samples were collected from two public hospitals in lower-middle and low-income suburbs in Santiago, exhibiting a similar national scenario, as 76.2% of the Chilean population, those least accommodated, receive healthcare from that sector [41]. Second, PA obtained through self-report questionnaire, could reflect over-reporting, prone to recall bias. Moreover, information regarding type of training or sports is not available. However, questionnaires are one of the most common instruments used in epidemiological studies [7,12–14,36] and GPAQ validity has shown moderate correlation when compared to accelerometers, in Chilean population [42]. Third, the cross-sectional design of our study does not allow to infer causality between LTPA and DM. Fourth, reverse causation might have been present, however this could have been reduced as participants with CVD, limiting longstanding illness and DM complications were excluded from our study. Finally, diet, insulin dose and diabetes duration this last due to poor quality information transfer from paper to electronic medical chart after 2010 earthquake, was not included in our analysis and could influence metabolic control, so residual confounding remains as a possibility. However, mutual adjustment for other

PA domains and a large set of confounders may minimize the chances.

To better understand the relationship between LTPA and metabolic control in DM patients, specifically in T1, interventional studies with the use of accelerometers needs to be conducted in order to assess for causal relationship and to validate participants self-report. However, in T1 DM, special attention on intensity, duration and time of the day in which PA is performed, must be considered, as individualized and fluctuating glycemic response can lead to hypoglycemia [43,44].

5. Conclusion

To our knowledge, this study is the first conducted in Latin-America which investigates the association between LTPA and metabolic control in T1 and T2 DM adult patients from two public hospitals. Our results suggest that for both DM participants, having an active lifestyle is associated with a better metabolic control. These findings support previous studies, suggesting that education and PA prescription should initiate since primary-care diabetes diagnosis as a keystone in achieving an adequate metabolic control. However, strategies such as social support and self-efficacy remain necessary in order to elevate PA levels in this population and region.

Authors contributions statement

KS and AV compiled the data; KS did the statistical analysis; KS prepared the first draft and AV, NS, and DMG re-wrote parts of the manuscript; all authors reviewer critically several drafts of the manuscript and approved the final version before submission.

Author disclosures

No potential conflicts of interest was reported by the authors.

Funding sources

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

REFERENCES

- [1] World Health Organization, Global strategy on diet, physical activity and health. Report by the Secretariat, 2004 http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57.9-en.pdf.
- [2] P. Zimmet, K.G. Alberti, D.J. Magliano, P.H. Bennett, Diabetes mellitus statistics on prevalence and mortality: facts and fallacies, *Nat. Rev. Endocrinol.* 12 (2016) 616–622, <http://dx.doi.org/10.1038/nrendo.2016.105>.
- [3] International Diabetes Federation, IDF Diabetes Atlas, 8th ed., International Diabetes Federation, Brussels, Belgium, 2017 <http://www.diabetesatlas.org>.
- [4] American Diabetes Association, Promoting health and reducing disparities in populations. Sec. 1. In *Standards of*

- Medical Care in Diabetes-2017, *Diabetes Care* 40 (Suppl. 1) (2017) S6-S10.
- [5] D.E.R. Warburton, C.W. Nicol, S.S.D. Bredin, Health benefits of physical activity: the evidence, *CMAJ* 174 (2006) 801-809, <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.051351>.
 - [6] World Health Organization, *Global recommendations on physical activity for health*, World Health Organization, Geneva, 2010.
 - [7] F. Carral, J.V. Gutiérrez, M.C. del Ayala, G. García, M. Aguilar, Intense physical activity is associated with better metabolic control in patients with type 1 diabetes, *Diabetes Res. Clin. Pract.* 101 (2013) 45-49, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2013.04.006>.
 - [8] D. Umpierre, P.A.B. Ribeiro, C.K. Kramer, C.B. Leitão, A.T.N. Zucatti, M.J. Azevedo, et al., Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA 1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis, *JAMA* 305 (2011) 1790, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2011.576>.
 - [9] L.-W. Pai, T.-C. Li, Y.-J. Hwu, S.-C. Chang, L.-L. Chen, P.-Y. Chang, The effectiveness of regular leisure-time physical activities on long-term glycemic control in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis, *Diabetes Res. Clin. Pract.* 113 (2016) 77-85, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2016.01.011>.
 - [10] M. Boniol, M. Dragomir, P. Autier, P. Boyle, Physical activity and change in fasting glucose and A1C: a quantitative meta-analysis of randomized trials, *Acta Diabetol.* 54 (2017) 983-991, <http://dx.doi.org/10.1007/s00592-017-1037-3>.
 - [11] C.-L. Li, Y.-C. Lai, C.-H. Tseng, J.-D. Lin, H.-Y. Chang, A population study on the association between leisure time physical activity and self-rated health among diabetics in Taiwan, *BMC Public Health* 10 (2010) 277, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-10-277>.
 - [12] S. Kaizu, H. Kishimoto, M. Iwase, H. Fujii, T. Ohkuma, H. Ide, et al., Impact of leisure-time physical activity on glycemic control and cardiovascular risk factors in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus: the Fukuoka Diabetes Registry, *PLoS One* 9 (2014), e98768, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0098768>.
 - [13] J. Wadén, H.K. Tikkanen, C. Forsblom, V. Harjutsalo, L.M. Thorn, M. Saraheimo, et al., Leisure-time physical activity and development and progression of diabetic nephropathy in type 1 diabetes: the FinnDiane study, *Diabetologia* 58 (2015) 929-936, <http://dx.doi.org/10.1007/s00125-015-3499-6>.
 - [14] B. Bohn, A. Herbst, M. Pfeifer, D. Krakow, S. Zimny, F. Kopp, et al., Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with type 1 diabetes: a cross-sectional multicenter study of 18,028 patients, *Diabetes Care* 38 (2015) 1536-1543, <http://dx.doi.org/10.2337/dc15-0030>.
 - [15] P.C. Hallal, L.F. Gomez, D.C. Parra, F. Lobelo, J. Mosquera, A.A. Florindo, et al., Lessons learned after 10 years of IPAQ use in Brazil and Colombia, *J. Phys. Act. Health* 7 (Suppl. 2) (2010) S259-S264.
 - [16] A. Kennedy, K. Nirantharakumar, M. Chimen, T.T. Pang, K. Hemming, R.C. Andrews, et al., Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis, *PLoS One* 8 (2013), <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0058861>.
 - [17] Ministerio de Salud del Gobierno de Chile, Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. 2009, Santiago, Chile. <https://www.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>.
 - [18] F.C. Bull, T.S. Maslin, T. Armstrong, Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study, *J. Phys. Act. Health* 6 (2009) 790-804, 1456-1463, <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013001100013>.
 - [42] J. Leppe, P. Margozzini, L. Villarroel, O. Sarmiento, R. Guthold, F. Bull, Validity of the global physical activity questionnaire in the National Health Survey-Chile 2009-2010, *J. Sci. Med. Sport* 15 (2012) S297, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2012.11.723>.
 - [19] World Health Organization, *Global Physical Activity Questionnaire: GPAQ Version 2.0*, 2009, Geneva.
 - [20] K. Eeg-Olofsson, J. Cederholm, P.M. Nilsson, S. Gudbjörnsdóttir, B. Eliasson, Steering Committee of the Swedish National Diabetes Register. Glycemic and risk factor control in type 1 diabetes: results from 13,612 patients in a national diabetes register, *Diabetes Care* 30 (2007) 496-502, <http://dx.doi.org/10.2337/dc06-1406>.
 - [21] L. Liu, D. Yang, Y. Zhang, S. Lin, X. Zheng, S. Lin, et al., Glycaemic control and its associated factors in Chinese adults with type 1 diabetes mellitus, *Diabetes Metab. Res. Rev.* 31 (2015) 803-810, <http://dx.doi.org/10.1002/dmrr.2716>.
 - [22] K.M. Miller, N.C. Foster, R.W. Beck, R.M. Bergenstal, S.N. DuBose, L.A. DiMeglio, et al., Current state of type 1 diabetes treatment in the U.S.: updated data from the T1D Exchange clinic registry, *Diabetes Care* 38 (2015) 971-978, <http://dx.doi.org/10.2337/dc15-0078>.
 - [23] E. Paz-Pacheco, C. Jimeno, Diabetes care in the Philippines, *J. ASEAN Fed. Endocr. Soc.* 30 (2015) 118-123, <http://dx.doi.org/10.15605/jafes.030.02.17>.
 - [24] D.M. Al-Taweel, A.I. Awad, B.J. Johnson, Evaluation of adherence to international guidelines for treating patients with type 2 diabetes mellitus in Kuwait, *Int. J. Clin. Pharm.* 35 (2013) 244-250, <http://dx.doi.org/10.1007/s11096-012-9738-8>.
 - [25] M. Issam Diab, B. Julieanne Johnson, S. Hudson, Adherence to clinical guidelines in management of diabetes and prevention of cardiovascular disease in Qatar, *Int. J. Clin. Pharm.* 35 (2013) 101-112, <http://dx.doi.org/10.1007/s11096-012-9714-3>.
 - [26] K. Khunti, A. Cieriello, X. Cos, C. De Block, K. Khunti, Achievement of guideline targets for blood pressure, lipid, and glycaemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis, *Diabetes Res. Clin. Pract.* 137 (2018) 137-148, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2017.12.004>.
 - [27] J.E. Yardley, J. Hay, A.M. Abou-Setta, S.D. Marks, J. McGavock, A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in adults with type 1 diabetes, *Diabetes Res. Clin. Pract.* 106 (2014) 393-400, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2014.09.038>.
 - [36] J. Nádas, Z. Putz, J. Fövényi, Z. Gaál, A. Gyimesi, T. Hídvégi, et al., Cardiometabolic risk and educational level in adult patients with type 1 diabetes, *Acta Diabetol.* 46 (2009) 159-162, <http://dx.doi.org/10.1007/s00592-008-0065-4>.
 - [37] X. Tao, J. Li, X. Zhu, B. Zhao, J. Sun, L. Ji, et al., Association between socioeconomic status and metabolic control and diabetes complications: a cross-sectional nationwide study in Chinese adults with type 2 diabetes mellitus, *Cardiovasc. Diabetol.* 15 (2016) 61, <http://dx.doi.org/10.1186/s12933-016-0376-7>.
 - [38] J.W. Hong, C.R. Ku, J.H. Noh, K.S. Ko, B.D. Rhee, D.-J. Kim, Association between self-reported smoking and hemoglobin A1c in a Korean population without diabetes: the 2011-2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey, *PLoS One* 10 (2015), e0126746, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0126746>.
 - [39] J.T. Newsom, N. Huguet, M.J. McCarthy, P. Ramage-Morin, M.S. Kaplan, J. Bernier, et al., Health behavior change following chronic illness in middle and later life, *J. Gerontol. B Psychol. Sci. Soc. Sci.* 67 (2012) 279-288, <http://dx.doi.org/10.1093/geronb/gbr103>.
 - [40] M.K. Ali, K.M. Bullard, J.B. Saaddine, C.C. Cowie, G. Imperatore, E.W. Gregg, Achievement of goals in U.S. diabetes care, 1999-2010, *N. Engl. J. Med.* 368 (2013) 1613-1624, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMsa1213829>.
 - [41] C. Castillo-Laborde, P. Villalobos Dintrans, Caracterización del gasto de bolsillo en salud en Chile: una mirada a dos sistemas de protección, *Rev. Med. Chil.* 141 (2013)
 - [43] A.S. Brazeau, C. Leroux, H. Mircescu, R. Rabasa-Lhoret, Physical activity level and body composition among adults with type 1 diabetes, *Diabet. Med.* 29 (2012) e402-e408, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03757.x>.
 - [44] S.R. Colberg, R. Laan, E. Dassau, D. Kerr, Physical activity and type 1 diabetes: time for a rewire? *J. Diabetes Sci. Technol.* 9 (2015) 609-618, <http://dx.doi.org/10.1177/1932296814566231>.

ARTÍCULO 2

Preventive Medicine 107 (2018) 8–13



Contents lists available at ScienceDirect

Preventive Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ypmed

Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin-America: A cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009–2010

Kabir P. Sadarangani^{a,b,*}, Astrid Von Oetinger^{c,d}, Carlos Cristi-Montero^e, Andrea Cortínez-O'Ryan^f, Nicolás Aguilar-Farías^g, David Martínez-Gómez^{b,g}^a School of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Universidad San Sebastián, Lota 2465, Santiago 7510157, Chile^b Department of Physical Education, Sport and Human Movement, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain^c School of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Universidad Andres Bello, Chile^d Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile^e IRYG Group, School of Physical Education, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile^f Department of Physical Education, Sports, and Recreation, Universidad de La Frontera; UFRO Activate Research Group, Chile^g IMDEA Food Institute, CEI UAM + CSIC, Madrid, Spain

ARTICLE INFO

Keywords:

Active commuting
Physical activity
Metabolic syndrome
Metabolic risk
Latin-America
Chile

ABSTRACT

Background: There is limited evidence on potential health benefits of active travel, independently of leisure-time physical activity (PA), with metabolic syndrome (MetS) in Latin-America.**Objective:** To investigate the relationship between active travel and metabolic syndrome (MetS) and its components in a national representative sample of Chilean adults.**Methods:** Cross-sectional study of 2864 randomly selected adults' participants enrolled in the 2009–2010 Chilean National Health Survey (CNHS). Self-reported PA was obtained with the validated Global PA Questionnaire and classifying participants into insufficiently active (< 150 min/week) or active (≥ 150 min/week). MetS was diagnosed from the modified Adult Treatment Panel (ATP) III criteria with national-specific abdominal obesity cut points. Multilevel logistic regression analysis was applied to estimate associations of travel PA with MetS and its components at a regional level, adjusted for socio-demographic characteristics and other types of PA.**Results:** 46.2% of the sample engaged in 150 min/week of active travel and the prevalence of MetS was 33.7%. MetS was significantly lower among active travel participants. Active travel was associated with lower odds of MetS (OR 0.72; 95%CI 0.61–0.86), triglycerides (OR 0.77; 95%CI 0.64–0.92) and abdominal obesity (OR 0.82; 95%CI 0.69–0.97) after controlling for socio-demographics and other types of PA.**Conclusion:** Active travel was negatively associated with MetS, triglycerides and abdominal obesity. Efforts to increase regional active travel should be addressed as a measure to prevent and reduce the prevalence of MetS and disease burden in middle income countries.

1. Introduction

Metabolic syndrome (MetS) refers to a combination of various metabolic and cardiovascular risk factors, which includes abdominal obesity, dyslipidemia, hyperglycemia and hypertension (Alberti et al., 2009). Prevalence of MetS in Latin-America has been steadily increasing due to an 'epidemiological transition', following a similar scenario occurred in developed countries (Cuevas et al., 2011; Márquez-Sandoval et al., 2011). MetS leads to 2 and 5-fold increase in risk for cardiovascular diseases and type-2 diabetes, respectively, thus increasing the risk of mortality (Alberti et al., 2009; Ford, 2005;

Mottillo et al., 2010).

Modern lifestyles have installed physical inactivity as a significant threat and an important contributor to the burden of disease (World Health Organization, 2010). Nearly 30% of adults in Chile do not meet the minimum physical activity (PA) requirements (i.e. 150 min/week of moderate intensity) (Ministerio de Salud, G. de C., 2009; World Health Organization, 2010), increasing their chances of acquiring non-communicable diseases and directly promoting the development of many risk factors (Hallal et al., 2012; World Health Organization, 2013). However, recent evidence supports that appropriate amount of PA is inversely associated with MetS (Anne H Y Chu and Moy, 2013a, 2013b;

* Corresponding author at: School of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Universidad San Sebastian, Lota, 2465, Santiago 7510157, Chile.
E-mail address: kabir.sadarangani@uss.cl (K.P. Sadarangani).

<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.005>

Received 3 April 2017; Received in revised form 6 November 2017; Accepted 4 December 2017

Available online 12 December 2017

0091-7435/ © 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.

Kim and So, 2016); limiting their results to the specific domain of leisure-time PA. Unfortunately, many people cannot engage PA into their daily routine due to the short amount of leisure-time available. Consequently, other types of PA could be included into a daily living routine opportunity (Furie and Desai, 2012). Active travel (i.e. walking or cycling to work) overcomes traditional barriers, increasing PA levels and providing environmental benefits (Hamer and Chida, 2008; Woodcock et al., 2009). Studies have shown protective effects in cardiovascular outcomes related to active travel, however, these results scarce on the generalizability to Latin-American adults due to differences in racial and ethnic composition, travel policies and built environment (Gordon-Larsen et al., 2009; Hamer and Chida, 2008; Saunders et al., 2013).

Although there is an increasing amount of evidence on the importance of PA levels on metabolic disorders globally, a lack of research on the correlates of PA and travel PA in middle income-countries has been noted. Therefore, the aim of the present study is to examine the association between travel PA and prevalence of MetS and its components at a regional-level, by sociodemographic factors, independently of time spent in leisure and occupational PA in a national representative sample of adults participating in the 2009–2010 Chilean National Health Survey (CNHS).

2. Materials and methods

2.1. Study design and subjects

The 2009–2010 CNHS is a household survey of 5434 non-institutionalized participants ≥ 15 years of age from urban and rural settings who were included using stratified multistage probability sampling (Ministerio de Salud, G. de C., 2009). Data collection were completed by trained interviewers and nurses in two face-to-face home stages (Ministerio de Salud, G. de C., 2009). In the first stage, interviewers obtained information on participants' self-reported health, household characteristics and living conditions. In the second stage, nurses administered questionnaires, measured participant's blood pressure, anthropometrics, and collected blood and urine samples. Overall, 95% of the surveyed participants contributed blood samples ($n = 4956$) (Ministerio de Salud, G. de C., 2009). The response and refusal percentages were 85 and 12%, respectively, with no replacements used (Ministerio de Salud, G. de C., 2009).

Only subjects who were aged 18 years and older with MetS data were considered for this study ($n = 3109$). Subjects were excluded if they reported a history of myocardial infarction, stroke or deep vein thrombosis ($n = 204$). Additionally, subjects with > 16 h/day on any PA domain ($n = 4$) and with no information on the covariates were also excluded ($n = 37$), leading to a total sample of 2864 participants.

The CNHS was funded by the Chilean Ministry of Health. The study protocol was approved by the ethics research committee of the faculty of medicine at the Pontificia Universidad Católica de Chile. Inform consent was obtained from all participants.

2.2. Socio-demographic

Participants were classified into; low (< 8 school years), intermediate (8–12 school years) and high (> 12 school years) groups; according to their highest educational level successfully attained; region of residence was defined according to participants regions location into North (I–IV and XV), Central (V–VIII and XIII) and South (IX–XII and XIV); and age was classified into groups (18–29; 30–44; 45–64 and 65+ years).

2.3. Evaluation of physical activity

The GPAQ was developed by the World Health Organization (WHO) as a tool for surveillance of population levels of PA (Bull et al., 2009).

For the 2009–2010 CNHS an interviewer assessed PA participation using GPAQ version 2. Duration, frequency and intensity of PA in three different domains; occupational (at work), travel (active commuting) and leisure-time (recreational), were obtained from this questionnaire (World Health Organization, 2009).

Travel PA is defined as a way participants travel to and from places (either walking or cycling) and is classified as a moderate intensity activity (> 4 METs), while leisure and occupational PA are considered moderate-vigorous PA (MVPA) intensities (World Health Organization, 2009). Total moderate and MVPA minutes per week (min/week) were calculated from travel, leisure and occupational PA domains separately, respectively. Participants were then classified as insufficiently active (< 150 min/week) or active (≥ 150 min/week) for every domain according to WHO's PA recommendations (World Health Organization, 2010).

2.4. Definition of metabolic syndrome

MetS was defined by the presence of at least 3 of the following 5 conditions (Alberti et al., 2009): blood pressure $\geq 130/85$ mmHg, central obesity, HDL cholesterol < 40 mg/dL (< 1.03 mmol/L) in males and < 50 mg/dL (< 1.29 mmol/L) in females, fasting plasma glucose (FPG) ≥ 100 mg/dL (≥ 5.6 mmol/L) and/or Triglycerides level: ≥ 150 mg/dL (≥ 1.7 mmol/L). Central obesity defined as waist circumference varies upon ethnicity, considering Chile's cut points as ≥ 88 cm and ≥ 83 cm, for males and females, respectively (Arteaga Llona, 2009).

2.5. Statistical analysis

Descriptive statistics are presented as adjusted means with standard deviations (SD) for quantitative variables or frequency (percentages) for categorical variables. Chi-squared tests for categorical variables and *t*-test for parametric variables were carried to analyze socio-demographic differences and PA between presence and absence of MetS.

Multilevel logistic regression was used to estimate the magnitude of the association between travel PA and MetS at a regional level. For this analysis, insufficiently active travel participants (≤ 150 min/week) were used as a reference group. First, a partially adjusted model analyzed age groups, sex and educational level. Then a fully adjusted also included leisure-time and occupational PA. Body Mass Index (BMI) was initially included in the analysis, but it was strongly collinear with waist circumference, so it was removed.

Also, a multilevel logistic regression was performed analyzing separately the association between travel PA and every MetS component at a regional level (blood pressure, fasting plasma glucose, waist circumference, HDL cholesterol and triglycerides), in a partially and a fully adjusted model.

Likelihood ratio tests were performed to determine whether interactions existed between sex or age and travel PA in terms of MetS or its components.

All of the analyses were performed using Stata v. 12 (StataCorp LP). Significance level was set at 5% ($p < 0.05$) and complex sample design was used.

3. Results

The mean age of the individuals included in this study was 45.2 ± 17.6 years; 60.8% were women, and 54.9% had between 8 and 12 years of education. Moreover, 40.7% of the subjects lived in the central region and 46.2% were classified as active (≥ 150 min/week) according to travel PA. Additionally, 33.7% of the sample had MetS. Sample characteristics are presented in Table 1. Those who were excluded were older (mean 68.6 years), had higher MetS (55%), were less active (30% Travel PA ≥ 150 min/week) and had lower educational

Table 1
Characteristics of the Chilean National Health Survey 2009–2010 participants (n = 2864).

| Variable | Mean (SD) | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Age (years) | 45.2 (17.6) | |
| Travel physical activity (min/week) | 350.5 (625.3) | |
| Variable | Category | Frequency (%) |
| Sex | Females | 60.8% |
| | Males | 39.2% |
| Region of residence | North (I–IV and XV) | 29.8% |
| | Central (V–VIII and XIII) | 40.7% |
| | South (IX–XII and XIV) | 29.5% |
| Educational level | Low (< 8 years of education) | 23.9% |
| | Middle (8–12 years of education) | 54.9% |
| | High (> 12 years of education) | 21.2% |
| Metabolic syndrome ^a | No | 66.3% |
| | Yes | 33.7% |
| Travel physical activity | Insufficiently active (< 150 min) | 53.8% |
| | Actives (≥ 150 min/week) | 46.2% |
| Leisure-time physical activity | Insufficiently active (< 150 min) | 82.4% |
| | Actives (≥ 150 min/week) | 17.6% |
| Occupational physical activity | Insufficiently active (< 150 min) | 50.0% |
| | Actives (≥ 150 min/week) | 50.0% |
| Total physical activity | Insufficiently active (< 150 min) | 27.0% |
| | Actives (≥ 150 min/week) | 73.0% |

^a ≥ 3 of 5 criteria: Waist Circumference ≥ 88 cm males or ≥ 83 cm Females; High Density Lipoprotein < 40 mg/dL Males or < 50 in Females; Triglycerides ≥ 150 mg/dL, Blood Pressure ≥ 130/85 mm Hg and Fasting Plasma Glucose ≥ 100 mg/dL).

levels (15% between 8 and 12 years), than those who were included in the analysis.

Table 2 Summarizes the sample characteristics according to MetS. Participants with MetS were older (53.7 vs. 40.9 years, $p < 0.001$), had lower educational levels (34.8% vs. 18.3%, $p < 0.001$), and had lower participation in travel PA (307.0 min/week vs. 372.6 min/week, $p < 0.001$) compared to their counterparts. According to travel PA recommendations, 40.9% of the participants with MetS were classified as being active (≥ 150 min/week), compared to 48.9% in those without the syndrome ($p < 0.001$).

Figure A₁ shows the regional prevalence of metabolic syndrome and active travel. Región Metropolitana has the highest prevalence on both indicators (MetS 13.6%; Active Travel 16.7%), while the XI region has the lowest (MetS 4.4%; Active Travel 4.7%).

As shown in the partially adjusted model (model 1) in Table 3, participants achieving ≥ 150 min/week of travel PA had 0.71 (95% CI 0.60–0.84) times lower odds of having MetS compared to those insufficiently active. Moreover, being female (OR 0.68, 95% CI 0.58–0.81), having higher educational levels (OR 0.70, 95% CI 0.53–0.92), was associated with lower odds of having MetS, when compared to males and lower educational levels, respectively. Findings slightly attenuated in the fully adjusted model (model 2), were those engaging into ≥ 150 min/week had 0.72 (95% CI 0.55–0.96) times lower odds of having MetS.

Consistent findings across both models for age stratum evidenced a dose-response pattern, having higher odds for MetS those categorized as ≥ 65 years (OR 9.38, 95% CI 6.68–13.17), 45–64 years (OR 6.78, 95% CI 5.06–9.08) and 30–44 years (OR 3.11, 95% CI 2.30–4.19), respectively, when compared to the reference group (18–29 years). Participation in leisure-time PA (≥ 150 min/week) was also associated with 0.77 (95% CI 0.60–0.98) times lower odds of having MetS when compared to those insufficiently active.

Contrarily, we found no consistent evidence for an association

Table 2
Characteristics of the participants, by metabolic syndrome, Chilean National Health Survey 2009–2010 (n = 2864).

| Metabolic syndrome ^a | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|---------|
| N | No n = 1898 M (SD) | Yes n = 966 M (SD) | p-Value |
| Continuous variables | | | |
| Age (years) | 40.9 (16.9) | 53.7 (15.7) | < 0.001 |
| Travel PA | 372.6 (654.9) | 307.0 (560.0) | < 0.001 |
| Categorical variables | % | % | |
| Age group | | | < 0.001 |
| 18–29 years | 31.4% | 6.9% | |
| 30–44 years | 31.1% | 22.2% | |
| 45–64 years | 26.4% | 43.4% | |
| ≥ 65 years | 11.1% | 27.5% | |
| Sex | | | < 0.001 |
| Male | 36.6% | 44.3% | |
| Female | 63.4% | 55.7% | |
| Region of residence | | | 0.004 |
| North (I–IV and XV) | 29.1% | 31.2% | |
| Central (V–VIII and XIII) | 42.8% | 36.5% | |
| South (IX–XII and XIV) | 28.1% | 32.3% | |
| Educational level | | | < 0.001 |
| Low (< 8 years of education) | 18.3% | 34.8% | |
| Middle (8–12 years of education) | 57.3% | 50.2% | |
| High (> 12 years of education) | 24.4% | 15.0% | |
| Travel PA ^b | | | < 0.001 |
| Insufficiently active (< 150 min/week) | 51.1% | 59.1% | |
| Actives (≥ 150 min/week) | 48.9% | 40.9% | |
| Occupational PA ^b | | | 0.216 |
| Insufficiently active (< 150 min/week) | 49.2% | 51.7% | |
| Actives (≥ 150 min/week) | 50.8% | 48.3% | |
| Leisure-time PA ^b | | | < 0.001 |
| Insufficiently active (< 150 min/week) | 79.7% | 87.9% | |
| Actives (≥ 150 min/week) | 20.3% | 12.1% | |

^a ≥ 3 of 5 criteria: Waist Circumference ≥ 88 cm Males or ≥ 83 cm Females; High Density Lipoprotein < 40 mg/dL Males or < 50 in Females; Triglycerides ≥ 150 mg/dL, Blood Pressure ≥ 130/85 mm Hg and Fasting Plasma Glucose ≥ 100 mg/dL).

^b PA = Physical activity.

between occupational PA and MetS in any model.

According to regional random intercepts, both models exhibit significant variation; judged by the likelihood ratio test versus an ordinary logistic regression ($p = 0.009$), or by the standard deviation of random intercepts (0.13) being approximately twice its standard error (0.07).

Table 4 provides the number of participants exhibiting each component of the MetS and their odds with travel PA groups. Partially adjusted multilevel logistic regression (model 1) showed significant association between raised triglycerides (OR 0.76, 95% CI 0.64–0.90) and elevated waist circumference (OR 0.78, 95% CI 0.66–0.91) with ≥ 150 min/week on travel PA. These two associations remained in the fully adjusted model (model 2). Protective but not significant associations were also present for fasting plasma glucose and blood pressure components.

We found no evidence for sex or age interactions with either of our two-multilevel logistic regression analysis (all P for interaction > 0.05).

4. Discussion

The aim of this cross-sectional study was to examine the relationship between travel PA and MetS and its components into regional residence levels in the 2009–2010 CNHS. Nearly half of Chilean adults report walking or cycling ≥ 150 min to work in a typical week. After adjusting for potential confounders, our multilevel analysis revealed

Table 3

Associations between active travel physical activity and socio-demographic and lifestyle indices, and metabolic syndrome. Chilean National Health Survey 2009–2010 ($n = 2864$).

| Variable | Categories | Model 1 ^a OR (95% CI) | Model 2 ^b OR (95% CI) |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Age group | 18–29 years | Ref | Ref |
| | 30–44 years | 3.19 (2.36–4.29) | 3.11 (2.30–4.19) |
| | 45–64 years | 7.00 (5.23–9.37) | 6.78 (5.06–9.08) |
| | ≥ 65 years | 9.73 (6.95–13.63) | 9.38 (6.68–13.17) |
| Sex | Male | Ref | Ref |
| | Female | 0.68 (0.58–0.81) | 0.67 (0.56–0.79) |
| Educational level | Low (< 8 years of education) | Ref | Ref |
| | Middle (8–12 years of education) | 0.83 (0.67–1.03) | 0.84 (0.68–1.04) |
| | High (> 12 years of education) | 0.70 (0.53–0.92) | 0.72 (0.55–0.96) |
| Travel PA | < 150 min/week | Ref | Ref |
| | ≥ 150 min/week | 0.71 (0.60–0.84) | 0.72 (0.61–0.86) |
| Occupational physical activity | < 150 min/week | – | Ref |
| | ≥ 150 min/week | – | 1.02 (0.86–1.22) |
| Leisure-time physical activity | < 150 min/week | – | Ref |
| | ≥ 150 min/week | – | 0.77 (0.60–0.98) |

^a Adjusted odds ratio for travel physical activity, age, sex and educational level.

^b Adjusted odds ratio for travel physical activity, age, sex, educational level, occupational physical activity and leisure-time physical activity.

that there was a regional-level effect on the odds of MetS, and active travel in a region was indeed associated with lower odds of MetS.

In this population-based cross-sectional study in Chile, MetS prevalence was 33.7%, highlighting the importance of this health condition in the public health agenda. This syndrome has been steadily increasing in Chile since 2003, from 23.0% (Ministerio de Salud, G. de C., 2003) to 35.3% in 2009 (Ministerio de Salud, G. de C., 2009), specifically in older populations and with lower educational levels. These present findings are consistent with a previous study using the 2003 CNHS data, in which participants aged between 17 and 24 years and with ≥ 12 years of education had lower prevalence of MetS, than older and lower educational level participants (Valenzuela et al., 2010). Also, a 2008 cross-sectional study conducted in the city of Talca in Chile found 1.0% lower prevalence than our central region results (Mujica et al., 2008). However, methods for diagnosing MetS were not identical across studies (Ministerio de Salud, G. de C., 2003; Mujica et al., 2008). Differences in waist circumference cut points (88 vs. 102 cm in males and 83 vs. 88 cm in females) and fasting plasma glucose levels (≥ 100 mg/dL vs. ≥ 110 mg/dL) in the present study were smaller, due to non-existent of: central obesity national references values and an updated diagnostic criteria of ATP III, in 2003.

The present study showed beneficial association between travel PA and MetS among a national representative population. This association is comparable with a cross-sectional study conducted in Malaysia, were

participants classified in the upper tertile for travel PA had 33% lower probabilities for MetS, when adjusted for gender and smoking (Anne H.Y. Chu and Moy, 2013). Also, this finding is consistent with a Polish study, were male and female participants engaging into ≥ 30 min/day on active commuting had 22% and 46% lower probabilities for MetS, respectively (Kwaśniewska et al., 2010). However, these results were significant only among males (95% CI 0.30–0.98), when adjusted for; age, education, place of residence, monthly income, smoking, alcohol consumption, calorie intake, BMI and other domains of PA (Kwaśniewska et al., 2010). This 17% difference in males between Kwaśniewska et al. (2010) and our study (46% vs. 29%) could be due to a larger number of participants conferring a narrower confidence interval ($n = 13$ vs. $n = 1123$) and smaller cut points for waist circumference (Table A.1). On the other hand, a recent study found 21% lower odds for MetS after adjusting for potential confounders in females only (Xiao et al., 2016). Similar results were found after a stratified analysis for gender in our study, conferring 21% lower probabilities for this syndrome in females (Table A.1). However, methods assessing PA in the current study were different to those used (questionnaires), making comparison difficult (Anne H.Y. Chu and Moy, 2013; Drygas et al., 2009; Xiao et al., 2016).

In the present study, leisure-time PA was also inversely and independently associated with MetS. This finding is consistent with previous studies were active leisure-time participants had lower odds for MetS (Cho et al., 2009; Gelaye et al., 2009; He et al., 2014; Kwaśniewska et al., 2010). A study conducted in a geographical proximity country found 40% lower probabilities for MetS in participants who engaged in ≥ 150 min/week of leisure-time PA, when compared to those insufficiently active, after adjusting for age, gender and education (Gelaye et al., 2009). Also, a meta-analysis of prospective studies showed that participants engaging into higher levels of leisure-time PA have 20% lower risk for MetS, when compared to lower levels (He et al., 2014).

Our results agree with the ActivityStat hypothesis, were participants reporting higher amounts in leisure-time, engaged in lower amounts of other PA domains in order to maintain an overall stable level of PA over time (Gomersall et al., 2013; Larouche et al., 2016). In the present study ≥ 150 min/week in travel PA was more prevalent in low (44.4%) than in high educational levels (42.9%) ($p < 0.05$), however, active leisure-time PA (≥ 150 min/week) followed an inverse pattern (8.6% vs. 27.1%) ($p < 0.001$). Thus, active travel could compensate populations' barriers to engaging in other forms of PA.

Significant associations between travel PA and individual components of MetS were found in our study. This findings are consistent with an European study, where participants who commuted ≥ 60 min/day had 13% lower levels of triglycerides (95% CI 0.81–0.93) when compared to those who commuted < 15 min/day (Von et al., 2007). Also, a recent study reported lower mean of triglycerides levels in participants who cycled ≥ 1 h/week vs. those who did not cycled (95% CI – 0.5 to – 0.1) (Larouche et al., 2016). However, when analyzing triglycerides by gender, our results differ from other studies, were significant associations were only found among males (Gordon-Larsen et al., 2009).

Table 4

Association between metabolic syndromes components and travel physical activity. Chilean National Health Survey 2009–2010.

| | | Travel PA ^a ≥ 150 min/week | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Metabolic syndrome component | At risk definition | Frequency (n) | Model 1 ^b OR (95% CI) | Model 2 ^c OR (95% CI) |
| Fasting plasma glucose | ≥ 100 mg/dL | 2809 | 0.83 (0.68–1.01) | 0.86 (0.71–1.06) |
| Triglycerides | ≥ 150 mg/dL | 2375 | 0.76 (0.64–0.90) | 0.77 (0.64–0.92) |
| Blood pressure | ≥ 130/85 mm Hg | 2840 | 0.87 (0.71–1.07) | 0.90 (0.73–1.11) |
| Waist circumference | Males ≥ 88 cm; females ≥ 83 cm | 2839 | 0.78 (0.66–0.91) | 0.82 (0.69–0.97) |
| HDL-C | Males < 40 mg/dL; females < 50 mg/dL | 2373 | 0.95 (0.80–1.12) | 0.96 (0.81–1.14) |

^a PA = Physical activity.

^b Adjusted odds ratio for travel physical activity, age, sex and educational level.

^c Adjusted odds ratio for travel physical activity, age, sex, educational level, occupational physical activity and leisure-time physical activity.

Plausible physiological mechanisms responsible for the beneficial effects of travel PA on triglycerides uptake, could be due to the onset of local contractile activity resulting in a higher activation of lipoprotein lipase activity in the skeletal muscle (Hamilton et al., 2001; Kraus et al., 2002).

This study also showed a significant inverse association between travel PA and abdominal obesity. This association is in accordance with previous studies (Anne H.Y. Chu and Moy, 2013; Furie and Desai, 2012; McKay et al., 2015). Moreover, a cross-sectional study which analyzed data from 6 middle income countries reported lower waist circumference (-2.16 cm) among those classified in the highest active travel PA group, after adjusting for potential confounders (Laverty et al., 2015). However, protective effects of travel PA on waist circumference among females have also been reported (Hemmingsson et al., 2009; Xiao et al., 2016). One of these studies conducted in China, found 34% and 29% lower probabilities for high waist circumference in females who cycled and walked (to and from work), respectively.

Nevertheless, differences in waist circumference and triglycerides between active and insufficiently active population may be masked by the methods by which travel PA is defined and reported.

No association between travel PA and high blood pressure (Anne H.Y. Chu and Moy, 2013; Kwaśniewska et al., 2010; Larouche et al., 2016) nor raised fasting plasma glucose (Anne H.Y. Chu and Moy, 2013; Gordon-Larsen et al., 2009) were found in previous studies, being consistent with our results. However, significant beneficial effects were observed in a recent study for both components in females only (Xiao et al., 2016).

Similar non-significant associations were found for travel PA and reduced HDL-C in our study. This finding is comparable with previous studies conducted in United States (Furie and Desai, 2012) China (Xiao et al., 2016) and Malaysia (Anne H.Y. Chu and Moy, 2013). However, another study found 8% higher HDL-C in participants who spent ≥ 60 min/day on travel PA, compared to those engaging into < 15 min/day (95% CI 1.04–1.11) (Von et al., 2007).

Although, evidence of health benefits has been reported in this study, differences in regional temperature and rainfalls may affect meeting PA guidelines (Merrill et al., 2005). Chilean average annual temperature in northern regional capital cities are higher than those in the central or south, with summer average temperatures as high as 20.7 in the north and as low as 8.9 in the south (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015). On the other hand, average rainfalls follow an inverse pattern, from 0 to 33 mm/year in the northern regional capitals and from 532 to 2194 mm/year in the southern regions (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015). However, in this study, regional temperature and rainfalls may not seem to influence travel physical activity, as people residing in central or southern regions have 23% (95%CI 0.65–0.92) and 16% (95%CI 0.69–1.02) higher probabilities, respectively, of being active in this PA domain (results not shown). These results are in accordance with the 2014 ($n = 5057$) and 2015 ($n = 5664$) Chilean national environmental survey, where commuting by bicycle in central and southern regions had approximately 3.5 and 1.2 times higher odds, respectively, when compared to commuting in the north (Ministerio del Medio Ambiente, 2015, 2014). Moreover, in 2015, the national physical activity habits and sports survey reported that northern adults showed lower sympathy rates in practicing sports and physical activity, in contrast to other regions (Ministerio del Deporte, 2016).

On the other hand, transport policies interventions should be encouraged regional wide. Chile is considered top 3 in car ownership in Latin-America, preceded by Brazil and Mexico (Mahendra, 2008). Therefore, active travel policies would help reduce traffic congestion and carbon dioxide emissions, added to global climate change (Saunders et al., 2013; Woodcock et al., 2009). Moreover, promotion of active travel could also decline traffic-related air pollution, contributing to lower morbidity and mortality in general population (Health Effects Institute, 2010). However, for these to happen, there is a need for built

environment improvements, specifically transportation infrastructure including: street connectivity, bike and pedestrians networks isolated from traffic, more and better-quality sidewalks and bicycle lanes, among others (de Nazelle et al., 2011).

This current study has a number of limitations. First, our study is a cross-sectional design not allowing to infer causality between travel PA and MetS. Second, reverse causation might have been present, however this could have been reduced as institutionalized population is excluded from the CNHS, and participants with myocardial infarction, stroke or deep vein thrombosis were removed from our analysis. Third, diet was not included in our analysis and could influence any metabolic components (lipids, blood pressure and fasting plasma glucose), so residual confounding remains as a possibility. Fourth, self-report measure on PA might over-report the amount of time spent on different domains, being subject to recall bias. Moreover, information regarding type of travel PA (walking or cycling) is not available. However, GPAQ validity has shown fair Kappa statistics agreement in Chile when compared to accelerometers (Leppe et al., 2012).

Despite these limitations, our study has several strengths. A large random representative adult sample (urban, rural and regional) with high response rates. Use of objective nurse measurements for metabolic risk components and country specific waist circumference cut points to define MetS. Adjustment for other PA domains and a multilevel framework are important, due to regional weather differences influencing levels of travel PA and metabolic components.

To better understand the relationship between travel PA and MetS, interventional studies need to be conducted in order to assess for causal relationship. Also, the use of accelerometers combined with Global Positioning System (GPS) could reduce recall bias, delivering reliable active travel information.

5. Conclusion

In conclusion, this study is the first in our country and in Latin-America to investigate associations between travel PA and MetS, independently of leisure-time and occupational PA at a regional-level analysis. Our results suggest a 28% lower probabilities for MetS in active travel PA participants. Metabolic components such as triglycerides and waist circumference, were also associated for those meeting ≥ 150 min/week in travel PA. These findings support previous studies, suggesting that travel PA should be promoted in order to reduce the prevalence of metabolic risk factors and non-communicable diseases in middle income countries, supporting current WHO guidelines (World Health Organization, 2013). Therefore, travel PA can be easily incorporated into individual and community level everyday life activity.

Transparency document

The <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.005> associated with this article can be found, in online version.

Disclosure statement

No potential conflicts of interest was reported by the authors

Funding sources

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

References

- Alberti, K.G.M.M., Eckel, R.H., Grundy, S.M., Zimmet, P.Z., Cleeman, J.J., Donato, K.A., Fruchart, J.-C., James, W.P.T., Loria, C.M., Smith, S.C., 2009. Harmonizing the metabolic syndrome. *Circulation* 120.
- Arteaga Llonca, A., 2009. Nuevos indicadores de riesgo cardiovascular. *Rev. Chil. Cardiol.*

- Rev Chil Cardiol 28, 381–384.
- Bull, F.C., Maslin, T.S., Armstrong, T., 2009. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J. Phys. Act. Health* 6, 790–804. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015. EXPLORADOR CLIMÁTICO [WWW Document]. (URL <http://explorador.cr2.cl/> (accessed 10.31.17)).
- Cho, E.R., Shin, A., Kim, J., Jee, S.H., Sung, J., 2009. Leisure-time physical activity is associated with a reduced risk for metabolic syndrome. *Ann. Epidemiol.* 19, 784–792. <http://dx.doi.org/10.1016/j.annepidem.2009.06.010>.
- Chu, A.H.Y., Moy, F.M., 2013a. Joint association of sitting time and physical activity with metabolic risk factors among middle-aged Malays in a developing country: a cross-sectional study. *PLoS One* 8, e61723. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0061723>.
- Chu, A.H.Y., Moy, F.M., 2013b. Associations of occupational, transportation, household and leisure-time physical activity patterns with metabolic risk factors among middle-aged adults in a middle-income country. *Prev. Med. (Baltim)*. 57, S14–S17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.12.011>.
- Cuevas, A., Alvarez, V., Carrasco, F., 2011. Epidemic of metabolic syndrome in Latin America. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.* 18, 134–138. <http://dx.doi.org/10.1097/MED.0b013e3283449167>.
- Drygas, W., Kwaśniewska, M., Kaleta, D., Pikala, M., Bielecki, W., Głuszek, J., Zdrojewski, T., Pajak, A., Kozakiewicz, K., Broda, G., 2009. Epidemiology of physical inactivity in Poland: prevalence and determinants in a former communist country in socio-economic transition. *Public Health* 123, 592–597. <http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2009.08.004>.
- Ford, E.S., 2005. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 28.
- Furie, G.L., Desai, M.M., 2012. Active transportation and cardiovascular disease risk factors in U.S. adults. *Am. J. Prev. Med.* 43, 621–628. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2012.06.034>.
- Gelaye, B., Revilla, L., Lopez, T., Sanchez, S., Williams, M.A., 2009. Prevalence of metabolic syndrome and its relationship with leisure time physical activity among Peruvian adults. *Eur. J. Clin. Invest.* 39, 891–898. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2362.2009.02191.x>.
- Gomersall, S.R., Rowlands, A.V., English, C., Maher, C., Olds, T.S., 2013. The ActivityStat hypothesis. *Sports Med.* 43, 135–149. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-012-0008-7>.
- Gordon-Larsen, P., Boone-Heinonen, J., Sidney, S., Sternfeld, B., Jacobs, D.R., Lewis, C.E., 2009. Active commuting and cardiovascular disease risk. *Arch. Intern. Med.* 169, 1216. <http://dx.doi.org/10.1001/archinternmed.2009.163>.
- Hallal, P.C., Andersen, L.B., Bull, F.C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., Alkandari, J.R., Bauman, A.E., Blair, S.N., Brownson, R.C., Craig, C.L., Goenka, S., Heath, G.W., Inoue, S., Kahlmeier, S., Katzmarzyk, P.T., Kohl, H.W., Lambert, E.V., Lee, I.M., Leontogin, G., Lobelo, F., Loos, R.J.F., Marcus, B., Martin, B.W., Owen, N., Parra, D.C., Pratt, M., Puskas, P., Ogilvie, D., Reis, R.S., Sallis, J.F., Sarmiento, O.L., Wells, J.C., 2012. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* 380, 247–257. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60646-1).
- Hamer, M., Chida, Y., 2008. Active commuting and cardiovascular risk: a meta-analytic review. *Prev. Med. (Baltim)*. 46, 9–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>.
- Hamilton, M.T., Areiqat, E., Hamilton, D.G., Bey, L., 2001. Plasma triglyceride metabolism in humans and rats during aging and physical inactivity. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 11 (Suppl), S97–104.
- He, D., Xi, B., Xue, J., Huai, P., Zhang, M., Li, J., 2014. Association between leisure time physical activity and metabolic syndrome: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Endocrine* 46, 231–240. <http://dx.doi.org/10.1007/s12020-013-0110-0>.
- Health Effects Institute, 2010. Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects. HEI Spec. Rep. 17.
- Hemmingsson, E., Uddén, J., Neovius, M., Ekelund, U., Rössner, S., 2009. Increased physical activity in abdominally obese women through support for changed commuting habits: a randomized clinical trial. *Int. J. Obes.* 33, 645–652. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.2009.77>.
- Kim, S., So, W.-Y., 2016. Prevalence and correlates of metabolic syndrome and its components in elderly Korean adults. *Exp. Gerontol.* 84, 107–112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2015.09.012>.
- Kraus, W.E., Houmard, J.A., Duscha, B.D., Knetzer, K.J., Wharton, M.B., McCartney, J.S., Bales, C.W., Henes, S., Samsa, G.P., Otvos, J.D., Kulkarni, K.R., Slentz, C.A., 2002. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N. Engl. J. Med.* 347, 1483–1492. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa020194>.
- Kwaśniewska, M., Kaczmarszyk-Chalas, K., Pikala, M., Broda, G., Kozakiewicz, K., Pajak, A., Tykarski, A., Zdrojewski, T., Drygas, W., 2010. Commuting physical activity and prevalence of metabolic disorders in Poland. *Prev. Med. (Baltim)*. 51, 482–487. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.09.003>.
- Larouche, R., Faulkner, G., Tremblay, M.S., 2016. Active travel and adults' health: the 2007-to-2011 Canadian health measures surveys. *Heal. reports* 27, 10–18.
- Lavery, A.A., Palladino, R., Lee, J.T., Millett, C., 2015. Associations between active travel and weight, blood pressure and diabetes in six middle income countries: a cross-sectional study in older adults. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 12, 65. <http://dx.doi.org/10.1186/s12966-015-0223-3>.
- Leppé, J., Margozzini, P., Villarroel, L., Sarmiento, O., Guthold, R., Bull, F., 2012. Validity of the global physical activity questionnaire in the National Health Survey–Chile 2009–10. *J. Sci. Med. Sport* 15, S297. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2012.11.723>.
- Mahendra, A., 2008. Vehicle restrictions in four Latin American cities: is congestion pricing possible? *Transp. Rev.* 28, 105–133. <http://dx.doi.org/10.1080/01441640701458265>.
- Márquez-Sandoval, F., Macedo-Ojeda, G., Viramontes-Hörner, D., Fernández Ballart, J., Salas Salgado, J., Vizmanos, B., 2011. The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: a systematic review. *Public Health Nutr.* 14, 1702–1713. <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980010003320>.
- McKay, A.J., Lavery, A.A., Shridhar, K., Alam, D., Dias, A., Williams, J., Millett, C., Ebrahim, S., Dhillon, P.K., 2015. Associations between active travel and adiposity in rural India and Bangladesh: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 15, 1087. <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-015-2411-0>.
- Merrill, R.M., Shields, E.C., White, G.L., Druce, D., 2005. Climate conditions and physical activity in the United States. *Am. J. Health Behav.* 29, 371–381. <http://dx.doi.org/10.5993/AJHB.29.4.9>.
- Ministerio de Salud, G. de C., 2003. Resultados I Encuesta de Salud, Chile 2003. Santiago.
- Ministerio de Salud, G. de C., 2009. Encuesta Nacional de Salud 2009–2010. Santiago, Chile.
- Ministerio del Deporte, 2016. Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la Población de 18 años y más. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2014. Primera Encuesta Nacional de Medio Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2015. Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente.
- Mottillo, S., Filion, K.B., Genest, J., Joseph, L., Pilote, L., Poirier, P., Rinfret, S., Schiffrin, E.L., Eisenberg, M.J., 2010. The metabolic syndrome and cardiovascular risk: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 56, 1113–1132. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2010.05.034>.
- Mujica, V., Leiva, E., Icaza, G., Diaz, N., Arredondo, M., Moore-Carrasco, R., Orrego, R., Vásquez, M., Palomo, I., 2008. Evaluation of metabolic syndrome in adults of Talca city, Chile. *Nutr. J.* 7, 14. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-2891-7-14>.
- de Nazelle, A., Nieuwenhuijsen, M.J., Antó, J.M., Brauer, M., Briggs, D., Braun-Fahrlander, C., Cavill, N., Cooper, A.R., Desqueyroux, H., Fruin, S., Hoek, G., Panis, L.L., Janssen, N., Jerrett, M., Joffe, M., Andersen, Z.J., van Kempen, E., Kingham, S., Kubesch, N., Leyden, K.M., Marshall, J.D., Matamala, J., Mellios, G., Mendez, M., Nassif, H., Ogilvie, D., Peiró, R., Pérez, K., Rabl, A., Ragettli, M., Rodríguez, D., Rojas, D., Ruiz, P., Sallis, J.F., Terwoert, J., Toussaint, J.-F., Tuomisto, J., Zuurbier, M., Lebre, E., 2011. Improving health through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ. Int.* 37, 766–777. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.003>.
- Saunders, L.E., Green, J.M., Petticrew, M.P., Steinbach, R., Roberts, H., 2013. What are the health benefits of active travel? A systematic review of trials and cohort studies. *PLoS One* 8, e69912. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0069912>.
- Valenzuela, A.A., Maiz, A., Margozzini, P., Ferreccio, C., Rigotti, A., Olea, R., Arteaga, A., 2010. Prevalencia de síndrome metabólico en población adulta Chilena: Datos de la Encuesta Nacional de Salud 2003. *Rev. Med. Chil.* 138, 707–714. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872010000600007>.
- Von, L., Smith, H., Knut, A., Ae, B.-J., Jørgensen, T., 2007. Commuting physical activity is favourably associated with biological risk factors for cardiovascular disease. <http://dx.doi.org/10.1007/s10654-007-9177-3>.
- Woodcock, J., Edwards, P., Tonne, C., Armstrong, B.G., Ashiru, O., Banister, D., Beevers, S., Chalabi, Z., Chowdhury, Z., Cohen, A., Franco, O.H., Haines, A., Hickman, R., Lindsay, G., Mittal, I., Mohan, D., Tiwari, G., Woodward, A., Roberts, I., 2009. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. *Lancet (London, England)* 374, 1930–1943. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61714-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61714-1).
- World Health Organization, 2009. Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). Geneva.
- World Health Organization, 2010. Global Recommendations on Physical Activity for Health. WHO. World Health Organization, Geneva.
- World Health Organization, 2013. Global Action Plan for the Prevention and Control of Non-communicable Diseases 2013–2020. Geneva.
- Xiao, J., Wu, C., Xu, G., Huang, J., Gao, Y., Lu, Q., Hua, T., Cai, H., 2016. Association of physical activity with risk of metabolic syndrome: findings from a cross-sectional study conducted in rural area, Nantong, China. *J. Sports Sci.* 34, 1839–1848. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1140221>.

ARTÍCULO 3

Journal of Transport & Health 14 (2019) 100593



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Transport & Health

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jth

Substituting sedentary time with physical activity domains: An isotemporal substitution analysis in Chile



Kabir P. Sadarangani^{a,b,*}, Verónica Cabanas-Sánchez^a, Astrid Von Oetinger^{c,d}, Carlos Cristi-Montero^e, Carlos Celis-Morales^f, Nicolás Aguilar-Farías^g, Sara Higuera-Fresnillo^a, Miguel A. De la Cámara^a, Borja Suarez-Villadad^a, David Martínez-Gómez^{a,h}

^a Department of Physical Education, Sport and Human Movement, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 28049, Spain

^b Universidad Autónoma de Chile, Chile

^c School of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Universidad San Sebastian, Lota 2465, Santiago, 7510157, Chile

^d Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile

^e IRyS Group, School of Physical Education, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile

^f BHF Glasgow Cardiovascular Research Centre, Institute of Cardiovascular and Medical Sciences, University of Glasgow, Glasgow, United Kingdom

^g Department of Physical Education, Sports, and Recreation, Universidad de La Frontera, UFRO Activate Research Group, Chile

^h IMDEA Food Institute, CEI UAM + CSIC, Madrid, 28049, Spain

A B S T R A C T

Introduction: Sedentary behavior (SB), physical inactivity and obesity are main risk factors for non-communicable diseases. However, it is unknown whether reallocating SB time with physical activity (PA) domains related to travel, occupational and leisure activities is associated with lower levels of adiposity. The aim of this study, therefore, was to examine independent associations and theoretical reallocations of SB and physical activity (PA) domains with obesity indicators in a nationally representative sample from Chile.

Methods: Randomly selected participants were enrolled in the 2009–2010 Chilean National Health Survey. Cross-sectional self-reported SB and PA domains were collected using the Global PA Questionnaire. Isotemporal substitution modeling was applied to examine the potential effects of reallocating 10 min/day of SB with occupational or travel or LTPA in relation to Body Mass Index (BMI) and Waist Circumference (WC).

Results: 3552 participants aged between 15 and 65 years [mean (standard deviation); age = 40.2 (14.07) years, BMI = 27.7 (5.38) kg/m², WC = 91.2 (24.09) cm] reported an overall sitting time of 196.3 min/day and spent 15.4 min/day in LTPA. LTPA was negatively associated to both BMI and WC independently of SB. Substituting 10 min/day of SB with an equal amount of travel PA resulted in lower BMI (B = −0.033 95% CI: −0.055; −0.011) and WC (B = −0.089 95% CI: −0.172; −0.007) independent of sociodemographic variables and sleep time. Notably, the strongest association with obesity indicators was observed when SB time was reallocated for LTPA (BMI B = −0.080 95% CI: −0.122; −0.037) and WC: (B = −0.373 95% CI: −0.500; −0.245).

Conclusion: Replacing SB not only with LTPA but also travel PA appears to be favorably associated with lower levels of obesity indicators. Walking and cycling as part of our travel PA may be a more feasible way of increasing PA levels than moderate or vigorous intensities PA in the overall population, at lower costs and environmentally friendly.

1. Introduction

Worldwide in 2016, 39% (1.9 billion) of adults were overweight and 13% (650 million) were obese (World Health Organization, 2018a). Overall, Latin America and the Caribbean leads with the highest prevalence within regions with 58% (360 million) of their

* Corresponding author. Universidad Autónoma de Chile, Chile.

E-mail address: kabir.sadarangani@cloud.autonoma.cl (K.P. Sadarangani).

<https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100593>

Received 9 January 2019; Received in revised form 8 July 2019; Accepted 10 July 2019

2214-1405/ © 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

adults living with overweight and 23% (140 million) with obesity (Food and Agriculture Organization of the United Nations and Pan American Health Organization, 2017). Moreover, according to the Organization and Economic Co-operation and Development, Chile in 2016 had the highest rates of excessive weight (74.2%) in population aged 15 and over (Organization and Economic Co-operation and Development, 2018), and this burden is projected to cost on average US\$1 billion per year (United Nations. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. World Food Programme, 2017).

Intervention strategies preventing and treating obesity includes modification of dietary and lifestyle habits such as reducing; portions, energy-dense food, and time spent watching television, among others (Grundy et al., 1999). However, regular physical activity (PA) arises as the cornerstone favouring energy expenditure, curving the obesity pandemic (Jakicic and Otto, 2005). Time-use components such as sleep, sedentary behavior (SB), light intensity physical activity (LIPA) and moderate-to-vigorous PA (MVPA) distributes across a 24-h day.

Although, previous studies have reported associations of these components with CVD risk factors in isolation (Buman et al., 2014; Healy et al., 2008; Larsen et al., 2014; Rosique-Esteban et al., 2017; Stamatakis et al., 2009; Whitaker et al., 2018; Wijndaele et al., 2010), time is restricted and finite for all individuals, and participation in one activity necessary displaces in some measure, one or more co-dependent activities. One of the statistical methods that enables to estimate the association of substituting time spent in one activity with another, while holding total time constant, is the Isotemporal Substitution Modeling (ISM) analysis (Mekary et al., 2009). This ISM paradigm has recently been used by researchers exploring associations between reallocating activity components and health outcomes such as, mortality, cardiometabolic biomarkers, and obesity indicators, among others (Buman et al., 2014; Colley et al., 2018; Fishman et al., 2016; Gupta et al., 2016; Hamer et al., 2014; Rosique-Esteban et al., 2017; Van Der Berg et al., 2017; Whitaker et al., 2018). Although there is existing evidence that suggest that displacing SB by MVPA is associated with lower adiposity levels, none of the previous studies has investigated the potential health-related association of reallocating time in different PA domains (occupational, travel and leisure-time) with overall and abdominal obesity indicators. Moreover, most of these information has been derived using accelerometers (Grgic et al., 2018), and, accelerometers do not allow us to estimate PA levels related to different domains such as work, leisure and travel-related PA. Taken this into account, the aims of this study were (i) to examine the independent association of daily activities components (SB, occupational PA, travel PA and leisure-time PA [LTPA]) with overall and abdominal obesity indicators (body mass index [BMI] and waist circumference [WC]), respectively) and (ii) to examine how reallocating time between these daily activities components is associated with these obesity indicators, in the Chilean population.

2. Material and methods

2.1. Study sample

This cross-sectional study included 3552 participants recruited from the Chilean National Health Survey (CNHS) 2009–2010 (Ministerio de Salud, 2009). The CNHS cohort comprised 5412 participant's ≥ 15 years old, from both urban and rural areas and utilized stratified multistage probability sampling (Ministerio de Salud, 2009). Furthermore, the CNHS is conducted every 6 years and obtains biological, lifestyle, dietary and health data (Ministerio de Salud, 2009).

Data was collected, in accordance with standardized protocols, by trained interviewers and nurses in a two-part face-to-face interview (Ministerio de Salud, 2009). Interviews were carried out in the homes of participants, with the interviewers obtaining information on participant physical and mental health, household income and socio-economic status (Ministerio de Salud, 2009). Following on from this, the second part of the interview involved the administration of CNHS validated questionnaires and collection of anthropometric measurements, such as BMI and WC (Ministerio de Salud, 2009).

Only participants who were aged 15–65 years, with BMI and WC measurements were considered for this study ($n = 3960$). Participants were excluded if they reported > 960 min/day (16 h/day) in SB ($n = 44$), > 960 min/day of either occupational PA, travel PA, LTPA ($n = 55$), and total activity time ($n = 125$), defined as the sum of each component (SB + occupational PA + travel PA + LTPA). Additionally, participants were also excluded if data for the outcomes, exposure and covariates used in this study ($n = 184$) were missing, leading to a total sample of 3552 subjects.

The CNHS 2009–2010 was funded by the Chilean Ministry of Health and led by the Department of Public Health from the Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). The study protocol was approved by the Ethics Research Committee of the faculty of medicine at the PUC and carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki). All participants provided written informed consent prior to participation.

2.2. Socio-demographic

Participants were classified according to: gender; age (15–29; 30–44; 45–65 years); region of residence (north: I–IV and XV, central: V–VIII and XIII, and south: IX–XII and XIV); and educational level (low: < 8 schooling years, intermediate: 8–12 schooling years, and high > 12 schooling years).

2.3. Physical activity

The Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) is a useful tool by which levels of PA and SB are measured (Bull et al., 2009). It was developed by the World Health Organization, with version 2 being utilized in the 2009–2010 CNHS (World Health Organization, 2009). The GPAQ has been identified as a valid and reliable instrument, which has been utilized to assess other

population's levels of PA and SB (Bull et al., 2009).

Total occupational PA, travel PA and LTPA can be ascertained from the GPAQ (World Health Organization, 2009). Travel PA refers to commuting between destinations by either walking or cycling (non-motorized), while LTPA represents participants doing sports, fitness and recreational activities.

Occupational PA instead, indicates participations in household chores, carrying or lifting heavy loads, harvesting food/crops, etc. ... To account for the energy expenditure related to different PA domains, the total amount of PA and MVPA was reported as Metabolic Equivalents (METs), which is the ratio of a person's working metabolic rate relative to the resting metabolic rate (1 kcal/kg/hour) (Jetté et al., 1990; World Health Organization, 2009). Both, leisure-time and occupational domains are considered as MVPA intensity domains (> 4METs), while travel PA is contemplated as a moderate intensity activity (4–8 METs) only. Noteworthy, all domains emphasize in a continuous 10-min minimum bout of time for the activity to be performed, in order to meet the current PA guidelines (World Health Organization, 2010). On the other hand, SB was calculated by using the following question: "How much time do you usually spend sitting or reclining on a typical day?" Examples were provided, such as sitting at a desk, sitting with friends, reading, watching television were valid, excepting time spent sleeping.

Total minutes per day (min/day) were derived from SB, while MVPA and moderate min/day calculated from leisure-time, occupational and travel PA domains separately, respectively.

2.4. Obesity indicators

Weight and height were measured in light clothing and without shoes, according to a standardized method (Ministerio de Salud, 2009). Weight and height were measured to the nearest 0.1 kg and 0.1 cm, respectively. BMI was calculated as weight (kg) divided by the height in squared meters (m²).

Waist circumference was registered with a unextendible tape to the nearest 0.1 cm, and measured in the mid axillary line at the midpoint between the lower margin of the last detectable rib and the top of the iliac crest, after normal exhalation (Ministerio de Salud, 2009).

2.5. Other potential confounding variables

Sleep time (min/day) was derived multiplying by 60 the following question: "how many hours of sleep do you usually take during weekdays?" Also, self-reported health (poor/fair/good/very good/excellent), diabetes (fasting plasma glucose ≥ 126 mg/dl or self-reported physician-diagnosed) and hypertension (systolic blood pressure ≥ 140 mmHg and/or diastolic blood pressure ≥ 90 mmHg, plus normotensive participants with pharmacological treatment) were registered (Ministerio de Salud, 2009).

2.6. Statistical analysis

All analyses were weighted for CNHS 2009-2010 design, using the command 'svy' in STATA v.13 (StataCorp LP). Continues variables were summarized as mean and standard deviations (SD), and as frequencies (percentages) for categorical variables.

Bivariate correlations were used to determine the relationship among PA domains and SB.

Three different multiple linear regression models (single activity, partitioned and isotemporal substitution) were used to assess the magnitude of the associations between 10 min time units SB, occupational PA, travel PA and LTPA, and the two obesity indicators (BMI and WC). All models were first adjusted for sex, age groups, educational level and region of residence (model A), then additionally controlled for sleep time (model B), and finally, adjustments for diabetes, hypertension and self-reported health (model C) were also accounted. Confounders were retained via backwards elimination as significantly associated with the outcomes at p-values < 0.2.

First, a single activity model was fitted to assess each component separately (SB, occupational, travel and LTPA) with BMI and WC, without taking into account the other activity types. Moreover, to precisely assess the independent effect of an activity (SB or each PA domain), further adjustments for total PA (occupational PA + travel PA + LTPA) and SB were accounted, respectively (model D and E).

Second, partition models were fitted to estimate the "unique associations" of each component (SB, occupational PA, travel PA and LTPA) with BMI and WC, independent of confounders and other activity types. Thus, represents the effect of adding rather than substituting and activity type by entering simultaneously each component without adjusting for total activity time.

Third, an ISM analysis, examined the theoretical effect of replacing a preset amount of time in one activity component with the same amount in another activity (e.g., substituting 10 min/day of SB to 10 min/day of travel PA), while holding total activity time (SB + occupational PA + travel PA + LTPA) constant. Including total activity time variable in the model permits for direct associations to be made among independent variables and obesity indicators (Buman et al., 2014). Thus, an ISM analysis that examines the effect of replacing SB (behavior of interest) with other PA domains includes: occupational PA, travel PA, LTPA, covariates plus total activity time entered simultaneously into the model. By dropping SB, the remaining coefficients (occupational PA, travel PA, LTPA) represent the consequence of substituting 10 min/day of that PA domain instead of SB while holding other activity types constant.

As all interactions (by age, sex, and region of residence) were not statistically significant, pooled analysis with unstandardized regression coefficients are presented. Statistical significance level was 2-sided and set at $P < 0.05$.

Table 1

Socio-demographic, anthropometric, clinical and physical activity characteristics of the study population, Chkilean National Health Survey 2009–2010 (n = 3552).

| Variable | All n = 3552 |
|--|------------------|
| | Mean (SD) |
| Age (years) | 40.2 (14.07) |
| Body Mass Index (kg/m ²) | 27.7 (5.38) |
| Waist Circumference (cm) | 91.2 (24.09) |
| Sleep (min/day) | 439.7 (95.97) |
| Sedentary Behavior (min/day) | 196.3 (158.49) |
| Travel Physical Activity (min/day) | 48.6 (83.70) |
| Occupational Physical Activity (min/day) | 133.3 (176.55) |
| Leisure Time Physical Activity (min/day) | 15.4 (42.55) |
| | n (%) |
| Sex | |
| Male | 1415 (39.8) |
| Female | 2137 (60.2) |
| Region of Residence | |
| North (I–IV and XV) | 1065 (30.0) |
| Central (V– VIII and XIII) | 1475 (41.5) |
| South (IX – XII and XIV) | 1012 (28.5) |
| Educational Level | |
| Low (< 8 years of education) | 613 (17.3) |
| Middle (8 – 12 years of education) | 2154 (60.6) |
| High (> 12 years of education) | 785 (22.1) |
| Self-Rated Health | |
| Excellent | 174 (4.9) |
| Very Good | 310 (8.7) |
| Good | 1523 (42.9) |
| Fair | 1323 (37.3) |
| Poor | 222 (6.2) |
| Diabetes ^a | |
| No | 3259 (91.7) |
| Yes | 293 (8.3) |
| Hypertension ^b | |
| No | 2785 (78.4) |
| Yes | 767 (21.6) |

^a Diabetes: Fasting plasma glucose ≥ 126 mg/dl or self-reported physician-diagnosed.

^b Hypertension: systolic blood pressure ≥ 140 mmHg and/or diastolic blood pressure ≥ 90 mmHg, plus normotensive participants with pharmacological treatment.

3. Results

The analysis included 3552 participants, mean age 40.2 (SD = 14.07), mean BMI 27.7 (SD = 5.38) and mean WC 91.2 (SD = 24.09). Moreover, 60.2% were women and most of the population had 8–12 years of education (60.6%), lived in the central region (41.5%), and reported good overall health (42.9%). On average, participants spent 196.3 min/day in SB and participation in occupational PA (133.3 min/day) was highest among other domains (travel PA = 48.6 min/day and LTPA = 15.4 min/day). Sample characteristics are presented in Table 1.

Table A.1 summarizes bivariate correlations between daily minutes spent in SB and the different PA domains (all $r < 0.3$).

The results of the single activity and partition models for BMI and WC is represented in Table 2. In the single models, every 10 min bout of SB was associated with a significant increase for BMI (B = 0.016; 95% CI: 0.005 ; 0.027) and WC (B = 0.044; 95% CI: 0.005 ; 0.083) after adjusting for sociodemographic and sleep time. Conversely, LTPA and travel PA were associated with a significant decrease for same obesity indicators. Moreover, LTPA showed an independent association with BMI and WC after adjusting for SB (model D).

In the partition models, where the time in each of the activities was held constant, LTPA domain remained favorably associated with BMI (B = -0.063; 95% CI: -0.104 ; -0.022) and WC (B = -0.342; 95% CI: -0.469 ; -0.215). However, SB was only negatively associated with BMI (B = 0.016; 95% CI: 0.005 ; 0.028) after controlling for sociodemographic characteristics. Findings slightly attenuated but remained significant in the fully adjusted model (model C).

The isomtemporal substitution models suggest that replacing a 10-min/day bout in travel PA or LTPA for 10 min/day increase in SB is significantly associated with greater BMI (Table 3), while holding total time constant. Similar results were obtained when travel PA was replaced with occupational PA (B = 0.026; 95% CI: 0.003 ; 0.048). Also, the estimates of WC increased significantly when any PA domain was replaced with SB bouts (Table 4). Moreover, replacing 10 min/day of LTPA with 10 min/day increase in occupational PA was adversely associated with WC (B = 0.323; 95% CI: 0.198 ; 0.448).

Lastly, for both isomtemporal substitution models, reallocating 10 min/day bout of SB, occupational PA or travel PA with 10 min/day in LTPA was associated with favorable effects in all obesity indicators.

4. Discussion

This cross-sectional study examined the associations of activity components with obesity indicators in a national representative

Table 2

Associations of each 10 min/day of sedentary behavior and physical activity domains with body mass index and waist circumference, Chilean National Health Survey 2009–2010 (n = 3552).

| Analysis Method: Single Activity Models | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Body Mass Index (kg/m²) | | | | |
| | Sedentary Behavior β (95% CI) | Occupational PA ^a β (95% CI) | Travel PA ^a β (95% CI) | Leisure-Time PA ^a β (95% CI) |
| Model A | 0.015 (0.004 ; 0.026)* | 0.006 (-0.004 ; 0.016) | -0.023 (-0.043 ; -0.003)*** | -0.069 (-0.110 ; -0.029)* |
| Model B | 0.016 (0.005 ; 0.027)* | 0.006 (-0.004 ; 0.015) | -0.023 (-0.043 ; -0.002)*** | -0.069 (-0.110 ; -0.028)* |
| Model C | 0.013 (0.002 ; 0.024)*** | 0.005 (-0.004 ; 0.015) | -0.015 (-0.035 ; 0.005) | -0.063 (-0.103 ; -0.024)* |
| Model D | - | 0.009 (-0.001 ; 0.019) | -0.012 (-0.032 ; 0.008) | -0.062 (-0.102 ; -0.022)* |
| Model E | 0.014 (0.003 ; 0.025)*** | - | - | - |
| Waist Circumference (cm) | | | | |
| | Sedentary Behavior β (95% CI) | Occupational PA ^a β (95% CI) | Travel PA ^a β (95% CI) | Leisure-Time PA ^a β (95% CI) |
| Model A | 0.042 (0.002 ; 0.081)*** | -0.017 (-0.053 ; 0.019) | -0.108 (-0.191 ; -0.025)** | -0.362 (-0.490 ; -0.234)* |
| Model B | 0.044 (0.005 ; 0.083)*** | -0.021 (-0.058 ; 0.015) | -0.104 (-0.185 ; -0.023)** | -0.361 (-0.489 ; -0.233)* |
| Model C | 0.047 (0.007 ; 0.087)*** | -0.029 (-0.063 ; 0.006) | -0.091 (-0.170 ; -0.012)*** | -0.327 (-0.453 ; -0.201)* |
| Model D | - | -0.020 (-0.057 ; 0.017) | -0.080 (-0.161 ; 0.001) | -0.320 (-0.444 ; -0.196)* |
| Model E | 0.034 (-0.008 ; 0.075) | - | - | - |
| Analysis Method: Partition Models | | | | |
| Body Mass Index (kg/m²) | | | | |
| | Sedentary Behavior β (95% CI) | Occupational PA ^a β (95% CI) | Travel PA ^a β (95% CI) | Leisure-Time PA ^a β (95% CI) |
| Model A | 0.016 (0.005 ; 0.028)* | 0.009 (-0.012 ; 0.019) | -0.017 (-0.037 ; 0.004) | -0.063 (-0.104 ; -0.022)* |
| Model B | 0.016 (0.005 ; 0.027)* | 0.009 (-0.002 ; 0.019) | -0.017 (-0.037 ; 0.004) | -0.063 (-0.104 ; -0.022)* |
| Model C | 0.014 (0.003 ; 0.025)* | 0.008 (-0.002 ; 0.018) | -0.010 (-0.030 ; 0.010) | -0.059 (-0.099 ; -0.019)* |
| Waist Circumference (cm) | | | | |
| | Sedentary Behavior β (95% CI) | Occupational PA ^a β (95% CI) | Travel PA ^a β (95% CI) | Leisure-Time PA ^a β (95% CI) |
| Model A | 0.031 (-0.010 ; 0.072) | -0.018 (-0.055 ; 0.020) | -0.062 (-0.145 ; 0.020) | -0.342 (-0.469 ; -0.215)* |
| Model B | 0.033 (-0.008 ; 0.074) | -0.021 (-0.060 ; 0.017) | -0.057 (-0.137 ; 0.024) | -0.344 (-0.471 ; -0.218)* |
| Model C | 0.034 (-0.007 ; 0.076) | -0.027 (-0.064 ; 0.009) | -0.047 (-0.125 ; 0.032) | -0.315 (-0.438 ; -0.191)* |

Data presented as unstandardized regression coefficients (β).

Model A: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high) and region of residence (north, center, south).

Model B: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south) and sleep time.

Model C: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south), sleep time, self-reported health, diabetes and hypertension.

Model D: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south), sleep time, self-reported health, diabetes, hypertension and Sedentary Behavior.

Model E: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south), sleep time, self-reported health, diabetes, hypertension and Total Physical Activity (Occupational, Travel and Leisure-Time).

Boldface indicates statistical significance: *p < 0.001 **p < 0.01 ***p < 0.05.

^a PA: Physical Activity.

sample participating in the 2009–2010 CNHS. One of the main findings in this paper is that 10 min/day spent in LTPA was independently associated with lower levels of BMI and WC, however the magnitude of the association was higher for WC than BMI. Whereas 10 min/day time spent in SB was independently associated with higher BMI but not WC. Secondly, the Isotemporal substitution analyses revealed slightly stronger beneficial effects for BMI (β -0.06, p < 0.001) and WC (β -0.04, p = 0.015), when we theoretically replaced 10 min/day of SB with equal amounts of LTPA. Furthermore, it was also shown that replacing SB with travel PA was associated with lower levels of obesity indicators however the magnitude of the effect was smaller than those observed for LTPA (BMI = β -0.05, p = 0.003 and WC = β -0.04, p = 0.031).

The present findings seem to be consistent with other research which found that LTPA is independently and favorably associated with lower obesity indicators (Du et al., 2013; Jakes et al., 2003; Martínez-González et al., 1999; Stamatakis et al., 2009). In addition, a recent study conducted in Spain (PREDIMED PLUS-Trial) found that adults engaging 1 h/day in moderate-to-vigorous LTPA was independently associated with 5% and 3% lower prevalence of overall obesity (RR = 0.95; 95% CI: 0.93 ; 0.97) and abdominal obesity (RR = 0.97; 95% CI: 0.96 ; 0.98), respectively (Rosique-Esteban et al., 2017). However, this study conducted in Spain, had older participants (65 ± 4.9 years), higher proportion of males (51.9%), higher sitting time (294 ± 138 min/day) and LTPA (66.8 min/day) than our sample (Rosique-Esteban et al., 2017).

In accordance with the present results, previous studies have demonstrated that SB is independently associated with BMI (Jakes et al., 2003; Su et al., 2017). Moreover, a major study conducted in 15 European member states (n = 15239) found that for each 1 h/week increase in time spent sitting was independently associated with higher BMI in males and females, equivalent to 0.026 g and 0.065 g, respectively (Martínez-González et al., 1999). Despite our findings, some studies have found independent associations with WC (Healy et al., 2008; Whitaker et al., 2018; Wijndaele et al., 2010), while others for both obesity indicators (Du et al., 2013;

Table 3

Isotemporal substitution models examining the relation between 10 min/day changes in time spent in sedentary behavior, occupation, travel and leisure-time physical activity and body mass index, Chilean National Health Survey 2009–2010 (n = 3552).

| Analysis Method | Sedentary Behavior β (95% CI) | Occupational PA ^a β (95% CI) | Travel PA ^a β (95% CI) | Leisure-Time PA ^a β (95% CI) |
|--|--|--|--|--|
| Isotemporal | | | | |
| Substitution of Activity to Replace Sedentary Behavior | Dropped | | | |
| Model A | | −0.007 (−0.021; 0.006) | −0.033 (−0.055; −0.011)** | −0.080 (−0.122; −0.037)* |
| Model B | | −0.008 (−0.021; 0.006) | −0.033 (−0.055; −0.011)** | −0.080 (−0.122; −0.037)* |
| Model C | | −0.006 (−0.019; 0.007) | −0.024 (−0.045; −0.002)** | −0.073 (−0.114; −0.032)* |
| Substitution of Activity to Replace Occupational PA ^a | | Dropped | | |
| Model A | 0.007 (−0.006; 0.021) | | −0.026 (−0.048; −0.003)** | −0.072 (−0.114; −0.031)* |
| Model B | 0.008 (−0.006; 0.021) | | −0.025 (−0.048; −0.003)** | −0.072 (−0.113; −0.030)* |
| Model C | 0.006 (−0.007; 0.019) | | −0.018 (−0.040; 0.005) | −0.067 (−0.107; −0.026)* |
| Substitution of Activity to Replace Travel PA ^a | | | Dropped | |
| Model A | 0.033 (0.011; 0.055)** | 0.026 (0.003; 0.048)*** | | −0.046 (−0.093; 0.000) |
| Model B | 0.033 (0.011; 0.055)** | 0.025 (0.003; 0.048)*** | | −0.047 (−0.094; 0.000) |
| Model C | 0.024 (0.002; 0.045)*** | 0.018 (−0.005; 0.040) | | −0.049 (−0.095; −0.003)*** |
| Substitution of Activity to Replace Leisure-Time PA ^a | | | | Dropped |
| Model A | 0.080 (0.037; 0.122)* | 0.072 (0.031; 0.114)* | 0.046 (−0.000; 0.093) | |
| Model B | 0.080 (0.037; 0.122)* | 0.072 (0.030; 0.113)* | 0.047 (−0.001; 0.094) | |
| Model C | 0.073 (0.032; 0.114)* | 0.067 (0.026; 0.107)* | 0.049 (0.003; 0.095)*** | |

Data presented as unstandardized regression coefficients (β).

Model A: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high) and region of residence (north, center, south).

Model B: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south) and sleep time.

Model C: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south), sleep time, self-reported health, diabetes and hypertension.

Boldface indicates statistical significance: *p < 0.001 **p < 0.01 ***p < 0.05.

^a PA: Physical Activity.

Table 4

Isotemporal substitution models examining the relation between 10 min/day changes in time spent in sedentary behavior, occupation, travel and leisure-time physical activity and waist circumference, Chilean National Health Survey 2009–2010 (n = 3552).

| Analysis Method | Sedentary Behavior β (95% CI) | Occupational PA ^a β (95% CI) | Travel PA ^a β (95% CI) | Leisure-Time PA ^a β (95% CI) |
|--|--|--|--|--|
| Isotemporal | | | | |
| Substitution of Activity to Replace Sedentary Behavior | Dropped | | | |
| Model A | | −0.048 (−0.094; −0.003)*** | −0.093 (−0.177; −0.010)*** | −0.373 (−0.500; −0.245)* |
| Model B | | −0.054 (−0.100; −0.008)*** | −0.089 (−0.172; −0.007)*** | −0.377 (−0.505; −0.249)* |
| Model C | | −0.062 (−0.107; −0.016)** | −0.081 (−0.161; −0.001)*** | −0.349 (−0.476; −0.222)* |
| Substitution of Activity to Replace Occupational PA ^a | | Dropped | | |
| Model A | 0.048 (0.003; 0.094)*** | | −0.045 (−0.136; 0.047) | −0.324 (−0.449; −0.200)* |
| Model B | 0.054 (0.008; 0.100)*** | | −0.035 (−0.125; 0.054) | −0.323 (−0.448; −0.198)* |
| Model C | 0.062 (0.016; 0.107)** | | −0.019 (−0.106; 0.067) | −0.288 (−0.411; −0.164)* |
| Substitution of Activity to Replace Travel PA ^a | | | Dropped | |
| Model A | 0.093 (0.010; 0.176)*** | 0.045 (−0.047; 0.136) | | −0.280 (−0.434; −0.125)* |
| Model B | 0.089 (0.007; 0.172)*** | 0.035 (−0.054; 0.125) | | −0.288 (−0.442; −0.134)* |
| Model C | 0.081 (0.001; 0.161)*** | 0.019 (−0.067; 0.106) | | −0.268 (−0.419; −0.117)* |
| Substitution of Activity to Replace Leisure-Time PA ^a | | | | Dropped |
| Model A | 0.373 (0.245; 0.500)* | 0.324 (0.200; 0.449)* | 0.280 (0.125; 0.434)* | |
| Model B | 0.377 (0.249; 0.505)* | 0.323 (0.198; 0.448)* | 0.288 (0.134; 0.442)* | |
| Model C | 0.349 (0.222; 0.476)* | 0.288 (0.164; 0.411) | 0.268 (0.117; 0.419)* | |

Data presented as unstandardized regression coefficients (β).

Model A: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high) and region of residence (north, center, south).

Model B: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south) and sleep time.

Model C: Adjusted for age, sex, educational level (low, middle, high), region of residence (north, center, south), sleep time, self-reported health, diabetes and hypertension.

Boldface indicates statistical significance: *p < 0.001 **p < 0.01 ***p < 0.05.

^a PA: Physical Activity.

Stamatakis et al., 2009). These discrepancies could be attributed to the unexplained mechanisms responsible for determining the location of fat distribution. In addition to this, a study conducted in United States, showed no association between sitting time and intra-thoracic, subcutaneous, visceral, and intermuscular fat measured by computed tomography (Larsen et al., 2014). However, 1 h/day increase of daily sitting was associated with 3.94 cm² greater pericardial fat (Larsen et al., 2014), highlighting its association with cardiovascular morbidity and mortality (Mahabadi et al., 2008; Rosito et al., 2008).

Compelling evidence from epidemiological studies suggests that reallocating time from SB to MVPA has significant beneficial associations with obesity indicators (Colley et al., 2018; Dahl-Petersen et al., 2017; Grgic et al., 2018; Gupta et al., 2016; Hamer et al., 2014; Mekary et al., 2009). Also, a recent meta-analysis which included 10 studies using objective-assessment found that replacing 30 min of sedentary time with MVPA was associated with reductions in BMI ($\beta = -1.07$; 95% CI: -1.80 ; -0.35) and WC ($\beta = -2.95$; 95% CI: -3.88 ; -2.03) (del Pozo-Cruz et al., 2018). Differences in magnitudes for BMI and WC between studies could be due to the methods assessing PA; as questionnaires tend to overestimate the amount of PA needed to reduce obesity indicators, and underestimated the benefits of PA. However, previous studies have not dealt with theoretical substitutions among different PA domains and most of the evidence been based to reallocations of SB with LTPA (Mekary et al., 2009; Rosique-Esteban et al., 2017). An example of this is the cross-sectional study conducted in 5776 Spanish adults were substituting 1 h/day of LTPA for same amount of TV-viewing time, resulted in 8% (RR = 0.92; 95% CI: 0.90 – 0.94) and 3% (RR = 0.97; 95% CI: 0.96 – 0.98) lower prevalence of overall and abdominal obesity, respectively (Rosique-Esteban et al., 2017). In the present study, the results for obesity indicators of replacing 10 min/day of SB with LTPA are less than the observed in Rosique-Esteban and colleagues study (Rosique-Esteban et al., 2017), probably due to greater benefits in energy expenditure with MVPA in older individuals with higher BMI and WC (Colley et al., 2018). Moreover, another possible explanation could be that screen time has a more negative association with obesity indicators than other SB such as reading, doing paperwork, car travel and phone utilization (Whitaker et al., 2018).

Nonetheless, realistic reallocations of SB to LTPA might be limited, including common impediments such as insufficient time, costs, lack of confidence, encouragement (Withall et al., 2011). Hence, travel PA would act as a keystone in the substitution model, providing an alternative opportunity to overcoming traditional barriers associated to lack of PA (Furie and Desai, 2012). Moreover, this type of PA practiced at lower-intensities seems easier to incorporate into a daily routine, and previous studies have shown negative associations with CVD risk factors and mortality (Hamer and Chida, 2008; Saunders et al., 2013), inclusively in Chilean population (Sadarangani et al., 2018).

Consistent with our results, international public health approaches such as the global action plan on PA and strategies like “Move more, Sit less”, have advocated for ideal reallocation of time for health, decreasing time in less active behaviors and engaging into more MVPA (Salmon, 2016; World Health Organization, 2018b). Moreover, the present findings suggest that cross-sectoral collaboration and integrated decision making between Health, Transport and Environment should be decisive for achieving sustainable transport patterns. Promotion of safe cycling and walking offers reductions in traffic congestion, noise, carbon dioxide and pollutants emissions (Dombois et al., 2006). Moreover, it would increase population PA levels, energy efficiency and quality of urban life (Dombois et al., 2006). However, for this to happen environmental and transportation infrastructure are needed, such as green spaces, park and playgrounds, street connectivity offering multi-modal transportation, pedestrians sidewalks and bicycle lanes separated from traffic, etc ... taking advantage from the recent road harmony modification law and speed limit reduction (50 km/h) in urban areas (de Nazelle et al., 2011; Dombois et al., 2006; Telecomunicaciones, 2018).

4.1. Strengths and limitations

Strengths of this study includes a large random representative sample (urban, rural and regional) with low refusal rates (12%) (Ministerio de Salud, 2009). Trained nurses and standard operating procedures used for anthropometric measures. However, a number of important limitations need to be considered. First, the cross-sectional design of our study does not allow to assume causality and reverse causality cannot be excluded. However, sensitive analysis was performed excluding those who reported a history of stroke, deep vein thrombosis or myocardial infarction ($n = 3398$) and results remained significant when substituting 10 min/day of SB with travel PA and LTPA. Second, despite examining a potential effect of a large set of confounders, residual confounding factors remains as a possibility, such as not controlling for diet could influence obesity indicators. Third, self-reported measure of PA and SB is not always reliable and can incur bias. Moreover, the GPAQ instrument only include PA bouts of at least 10-min duration, so by not accounting for bouts of MVPA below 10-min our analyses could underestimating the associations observed. Due to this, objective devices (accelerometers and Global Positioning System) complemented with a PA diary should be used to deliver reliable information plus differentiate between SB and PA types, standing and LIPA. Nevertheless, the GPAQ has shown good criterion validity against 343 accelerometers in this population (Aguilar-Farías and Leppe, 2014). Forth, our isotemporal analysis did not consider LIPA (not measured in this survey) thus, it is unclear how these activities relate with obesity indicators.

5. Conclusion

In conclusion, this study is the first to our knowledge to examine the associations of replacing time spent in SB with time spent in different PA domains and obesity indicators. Our findings demonstrate that replacing SB not only with LTPA but also with travel PA was associated with lower levels of BMI and WC. These findings may hold important public health relevance as engaging in travel PA would be beneficial even for those less able to tolerate higher-intensity activities, and at lower cost. Further work including interventional studies are needed to better understand the relationship between PA domains and obesity indicators, in order to assess for causal relationships and clarify possible mechanisms involved.

Author disclosures

No potential conflicts of interest was reported by Kabir P. Sadarangani.
 No potential conflicts of interest was reported by Verónica Cabanas-Sánchez.
 No potential conflicts of interest was reported by Astrid Von Oetinger.
 No potential conflicts of interest was reported by Carlos Cristi-Montero.
 No potential conflicts of interest was reported by Carlos Celis-Morales.
 No potential conflicts of interest was reported by Nicolás Aguilar-Farías.
 No potential conflicts of interest was reported by Sara Higuera-Fresnillo.
 No potential conflicts of interest was reported by Miguel A. De la Cámara.
 No potential conflicts of interest was reported by Borja Suarez-Villadat.
 No potential conflicts of interest was reported by David Martínez-Gómez.

Financial Disclosure

“The Authors did not receive any specific funding for this work”

Funding statement

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.
 Kabir P. Sadarangani has no financial disclosures.
 Verónica Cabanas-Sánchez has no financial disclosures.
 Astrid Von Oetinger has no financial disclosures.
 Carlos Cristi-Montero has no financial disclosures.
 Carlos Celis-Morales has no financial disclosures.
 Nicolás Aguilar-Farías has no financial disclosures.
 Sara Higuera-Fresnillo has no financial disclosures.
 Miguel A. De la Cámara has no financial disclosures.
 Borja Suarez-Villadat has no financial disclosures.
 David Martínez-Gómez has no financial disclosures.

Authors contributions statement

KS and VCS did the statistical analysis; KS prepared the first draft and VCS, AV, CCM, CCM, NAF, SHF, MDC, BSV and DMG re-wrote parts of the manuscript; all authors review critically several drafts of the manuscript and approved the final version before submission.

Appendix

Table 1
 Pearson correlations coefficients between daily activities components, Chilean National Health Survey 2009–2010 (n = 3552).

| | Sedentary Behavior | Travel PA ^a | Occupational PA ^a | Leisure-Time PA ^a |
|------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Sedentary Behavior | 1.0 | | | |
| Travel PA ^a | −0.141* | 1.0 | | |
| Occupational PA ^a | −0.245* | 0.131* | 1.0 | |
| Leisure-Time PA ^a | 0.046** | 0.124* | −0.007 | 1.0 |

Boldface indicates statistical significance: *p < 0.001 **p < 0.01.

^a PA: Physical Activity.

References

- Aguilar-Farías, Nicolás, Leppe, J., 2014. F-27 free communication/poster - epidemiology of physical activity and health in adults. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 46, 769–787. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000451266.56304.a3>.
- Bull, F.C., Maslin, T.S., Armstrong, T., 2009. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J. Phys. Act. Health* 6, 790–804.
- Buman, M.P., Winkler, E.A.H., Kurka, J.M., Hekler, E.B., Baldwin, C.M., Owen, N., Ainsworth, B.E., Healy, G.N., Gardiner, P.A., 2014. Reallocating time to sleep, sedentary behaviors, or active behaviors: associations with cardiovascular disease risk biomarkers, NHANES 2005–2006. *Am. J. Epidemiol.* 179, 323–334. <https://doi.org/10.1093/aje/kwt292>.
- Colley, R.C., Michaud, I., Garrigué, D., 2018. Reallocating time between sleep, sedentary and active behaviours: associations with obesity and health in Canadian adults. *Health Rep.* 29, 3–13.
- Dahl-Petersen, I.K., Brage, S., Bjerregaard, P., Tolstrup, J.S., Jorgensen, M.E., 2017. Physical activity and abdominal fat distribution in Greenland. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 49, 2064–2070. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001337>.

- de Nazelle, A., Nieuwenhuijsen, M.J., Antó, J.M., Brauer, M., Briggs, D., Braun-Fahrlander, C., Cavill, N., Cooper, A.R., Desqueyroux, H., Fruin, S., Hoek, G., Panis, L.I., Janssen, N., Jerrett, M., Joffe, M., Andersen, Z.J., van Kempen, E., Kingham, S., Kubesch, N., Leyden, K.M., Marshall, J.D., Matamala, J., Mellios, G., Mendez, M., Nassif, H., Ogilvie, D., Peiró, R., Pérez, K., Rabl, A., Ragetti, M., Rodríguez, D., Rojas, D., Ruiz, P., Sallis, J.F., Terwoert, J., Toussaint, J.-F., Tuomisto, J., Zuurber, M., Lebre, E., 2011. Improving health through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ. Int.* 37, 766–777. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.003>.
- Ministerio de Salud, 2009. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Santiago, Chile.
- del Pozo-Cruz, J., García-Hermoso, A., Alfonso-Rosa, R.M., Alvarez-Barbosa, F., Owen, N., Chastin, S., del Pozo-Cruz, B., 2018. Replacing sedentary time: meta-analysis of objective-assessment studies. *Am. J. Prev. Med.* 55, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.04.042>.
- Dombos, O.T., Kahlmeier, S., Martin-Diener, E., Martin, B., Racioppi, F., Braun-Fahrlander, C., 2006. Collaboration between the Health and Transport Sectors in Promoting Physical Activity: Examples from European Countries.
- Du, H., Bennett, D., Li, L., Whitlock, G., Guo, Y., Collins, R., Chen, J., Bian, Z., Hong, L.-S., Feng, S., Chen, X., Chen, L., Zhou, R., Mao, E., Peto, R., Chen, Z., 2013. Physical activity and sedentary leisure time and their associations with BMI, waist circumference, and percentage body fat in 0.5 million adults: the China Kadoorie Biobank study. *Am. J. Clin. Nutr.* 97, 487–496. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.046854>.
- Fishman, E.I., Steeves, J.A., Zippunikov, V., Koster, A., Berrigan, D., Harris, T.A., Murphy, R., 2016. Association between objectively measured physical activity and mortality in NHANES. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 48, 1303–1311. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000885>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations and Pan American Health Organization, 2017. Panorama of Food and Nutrition Security in Latin America and the Caribbean. Santiago.
- Furie, G.L., Desai, M.M., 2012. Active transportation and cardiovascular disease risk factors in U.S. adults. *Am. J. Prev. Med.* 43, 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.06.034>.
- Grgic, J., Dumuid, D., Bengoechea, E.G., Shrestha, N., Bauman, A., Olds, T., Pedisic, Z., 2018. Health outcomes associated with reallocations of time between sleep, sedentary behaviour, and physical activity: a systematic scoping review of isotemporal substitution studies. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 15, 69. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0691-3>.
- Grundy, S.M., Blackburn, G., Higgins, M., Lauer, R., Perri, M.G., Ryan, D., 1999. Physical activity in the prevention and treatment of obesity and its comorbidities. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 31, S502–S508.
- Gupta, N., Heiden, M., Aadahl, M., Korshøj, M., Jorgensen, M.B., Holtermann, A., 2016. What is the effect on obesity indicators from replacing prolonged sedentary time with brief sedentary bouts, standing and different types of physical activity during working days? A cross-sectional accelerometer-based study among blue-collar workers. *PLoS One* 11, e0154935. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154935>.
- Hamer, M., Chida, Y., 2008. Active commuting and cardiovascular risk: a meta-analytic review. *Prev. Med.* 46, 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>.
- Hamer, M., Stamatakis, E., Steptoe, A., 2014. Effects of substituting sedentary time with physical activity on metabolic risk. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 46, 1946–1950. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000317>.
- Healy, G.N., Wijndaele, K., Dunstan, D.W., Shaw, J.E., Salmon, J., Zimmet, P.Z., Owen, N., 2008. Objectively measured sedentary time, physical activity, and metabolic risk: the Australian diabetes, obesity and lifestyle study (AusDiab). *Diabetes Care* 31, 369–371. <https://doi.org/10.2337/dc07-1795>.
- Jakes, R.W., Day, N.E., Khaw, K.-T., Luben, R., Oakes, S., Welch, A., Bingham, S., Wareham, N.J., 2003. Original Communication Television viewing and low participation in vigorous recreation are independently associated with obesity and markers of cardiovascular disease risk: EPIC-Norfolk population-based study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 57, 1089–1096. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601648>.
- Jakicic, J.M., Otto, A.D., 2005. Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 82, 226S–229S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.226S>.
- Jetté, M., Sidney, K., Blümchen, G., 1990. Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin. Cardiol.* 13, 555–565. <https://doi.org/10.1002/clc.4960130809>.
- Larsen, B.A., Allison, M.A., Kang, E., Saad, S., Laughlin, G.A., Araneta, M.R.G., Barrett-Connor, E., Wassel, C.L., 2014. Associations of physical activity and sedentary behavior with regional fat deposition. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 46, 520–528. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a77220>.
- Mahabadi, A.A., Massaro, J.M., Rosito, G.A., Levy, D., Murabito, J.M., Wolf, P.A., O'Donnell, C.J., Fox, C.S., Hoffmann, U., 2008. Association of pericardial fat, intrathoracic fat, and visceral abdominal fat with cardiovascular disease burden: the Framingham Heart Study. *Eur. Heart J.* 30, 850–856. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn573>.
- Martínez-González, M.A., Martínez, J.A., Hu, F.B., Gibney, M.J., Kearney, J., 1999. Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. J. Int. Assoc. Bull. Stud. Obes.* 23, 1192–1201.
- Mekary, R.A., Willett, W.C., Hu, F.B., Ding, E.L., 2009. Isotemporal substitution paradigm for physical activity epidemiology and weight change. *Am. J. Epidemiol.* 170, 519–527. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp163>.
- Organization and Economic Co-operation and Development, 2018. Overweight or Obese Population. <https://doi.org/10.1787/86583552>. WWW Document.
- Rosique-Esteban, N., Díaz-López, A., Martínez-González, M.A., Corella, D., Goday, A., Martínez, J.A., Romaguera, D., Vioque, J., Arós, F., García-Ríos, A., Tinahones, F., Estruch, R., Fernández-García, J.C., Lapetra, J., Serra-Majem, L., Pinto, X., Tur, J.A., Bueno-Cavanillas, A., Vidal, J., Delgado-Rodríguez, M., Daimiel, L., Vázquez, C., Rubio, M.A., Ros, E., Salas-Salvado, J., investigators, P.-P., 2017. Leisure-time physical activity, sedentary behaviors, sleep, and cardiometabolic risk factors at baseline in the PREDIMED-PLUS intervention trial: a cross-sectional analysis. *PLoS One* 12, e0172253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172253>.
- Rosito, G.A., Massaro, J.M., Hoffmann, U., Ruberg, F.L., Mahabadi, A.A., Vasan, R.S., O'Donnell, C.J., Fox, C.S., 2008. Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample: the framingham heart study. *Circulation* 117, 605–613. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.743062>.
- Sadarangani, K.P., Von Oetinger, A., Cristi-Montero, C., Cortínez-O'Ryan, A., Aguilar-Farías, N., Martínez-Gómez, D., 2018. Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin-America: a cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009–2010. *Prev. Med.* 107, 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.005>.
- Salmon, J., 2016. Move more, sit less! Time for a national physical activity action plan. *Med. J. Aust.* 205, 100. <https://doi.org/10.5694/mja16.00592>.
- Saunders, L.E., Green, J.M., Petticrew, M.P., Steinbach, R., Roberts, H., 2013. What are the health benefits of active travel? A systematic review of trials and cohort studies. *PLoS One* 8, e69912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069912>.
- Stamatakis, E., Hiran, V., Rennie, K., 2009. Moderate-to-vigorous physical activity and sedentary behaviours in relation to body mass index-defined and waist circumference-defined obesity. *Br. J. Nutr.* 101, 765. <https://doi.org/10.1017/S0007114508035939>.
- Su, C., Jia, X.F., Wang, Z.H., Wang, H.J., Ouyang, Y.F., Zhang, B., 2017. Longitudinal association of leisure time physical activity and sedentary behaviors with body weight among Chinese adults from China Health and Nutrition Survey 2004–2011. *Eur. J. Clin. Nutr.* 71, 383–388. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.262>.
- Telecomunicaciones, M. de T. y, 2018. Diario Oficial I Sección Leyes, Reglamentos, Decretos y Resoluciones de Orden General Normas Generales.
- United Nations, 2017. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. World Food Programme (The cost of the double burden of malnutrition: Social and economic impact).
- Van Der Berg, J.D., Van Der Velde, J.H.P.M., De Waard, E.A.C., Bosma, H., Savelberg, H.H.C.M., Schaper, N.C., Vand Den Bergh, J.P.W., Geusens, P.P.M.M., Schram, M.T., Sep, S.J.S., Van der Kallen, C.J.H., Henry, R.M.A., Dagnelie, P.C., Eussen, S.J.P.M., Van Dongen, M.C.J.M., Kohler, S., Kroon, A.A., Stehouwer, C.D.A., Koster, A., 2017. Replacement effects of sedentary time on metabolic outcomes. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 49, 1351–1358. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001248>.
- Whitaker, K.M., Buman, M.P., Odegaard, A.O., Carpenter, K.C., Jacobs, D.R., Sidney, S., Pereira, M.A., 2018. Sedentary behaviors and cardiometabolic risk: an isotemporal substitution analysis. *Am. J. Epidemiol.* 187, 181–189. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx209>.
- Wijndaele, K., Healy, G.N., Dunstan, D.W., Barnett, A.G., Salmon, J., Shaw, J.E., Zimmet, P.Z., Owen, N., 2010. Increased cardiometabolic risk is associated with increased TV viewing time. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 42, 1511–1518. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d322ac>.
- Withall, J., Jago, R., Fox, K.R., 2011. Why some do but most don't. Barriers and enablers to engaging low-income groups in physical activity programmes: a mixed methods study. *BMC Public Health* 11, 507. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-507>.
- World Health Organization, 2009. Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). Geneva.
- World Health Organization, 2010. Global Recommendations on Physical Activity for Health. WHO. World Health Organization, Geneva.
- World Health Organization, 2018a. Obesity and Overweight.
- World Health Organization, 2018b. Seventy-First World Health Assembly A71/18 Provisional Agenda Item 12.2 Physical Activity for Health More Active People for a Healthier World: Draft Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030 Report by the Director-General.

ANEXOS

ANEXO 1

Start with Monotherapy unless:

A1C is greater than or equal to 9%, **consider Dual Therapy**.

A1C is greater than or equal to 10%, blood glucose is greater than or equal to 300 mg/dL, or patient is markedly symptomatic, **consider Combination Injectable Therapy** (See Figure 8.2).

Monotherapy

Metformin

Lifestyle Management

EFFICACY*

high

HYPO RISK

low risk

WEIGHT

neutral/loss

SIDE EFFECTS

GI/lactic acidosis

COSTS*

low

If A1C target not achieved after approximately 3 months of monotherapy, proceed to 2-drug combination (order not meant to denote any specific preference — choice dependent on a variety of patient- & disease-specific factors):

Dual Therapy

Metformin +

Lifestyle Management

| | Sulfonylurea | Thiazolidinedione | DPP-4 inhibitor | SGLT2 inhibitor | GLP-1 receptor agonist | Insulin (basal) |
|---------------------|---------------|-------------------|-----------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| EFFICACY* | high | high | intermediate | intermediate | high | highest |
| HYPO RISK | moderate risk | low risk | low risk | low risk | low risk | high risk |
| WEIGHT | gain | gain | neutral | loss | loss | gain |
| SIDE EFFECTS | hypoglycemia | edema, HF, fxs | rare | GU, dehydration, fxs | GI | hypoglycemia |
| COSTS* | low | low | high | high | high | high |

If A1C target not achieved after approximately 3 months of dual therapy, proceed to 3-drug combination (order not meant to denote any specific preference — choice dependent on a variety of patient- & disease-specific factors):

Triple Therapy

Metformin +

Lifestyle Management

| Sulfonylurea + | Thiazolidinedione + | DPP-4 inhibitor + | SGLT2 inhibitor + | GLP-1 receptor agonist + | Insulin (basal) + |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| TZD | SU | SU | SU | SU | TZD |
| or DPP-4-i | or DPP-4-i | or TZD | or TZD | or TZD | or DPP-4-i |
| or SGLT2-i | or SGLT2-i | or SGLT2-i | or DPP-4-i | or SGLT2-i | or SGLT2-i |
| or GLP-1-RA | or GLP-1-RA | or Insulin [§] | or GLP-1-RA | or Insulin [§] | or GLP-1-RA |
| or Insulin [§] | or Insulin [§] | | or Insulin [§] | | |

If A1C target not achieved after approximately 3 months of triple therapy and patient (1) on oral combination, move to basal insulin or GLP-1 RA, (2) on GLP-1 RA, add basal insulin, or (3) on optimally titrated basal insulin, add GLP-1 RA or mealtime insulin. Metformin therapy should be maintained, while other oral agents may be discontinued on an individual basis to avoid unnecessarily complex or costly regimens (i.e., adding a fourth antihyperglycemic agent).

Combination Injectable Therapy (See Fig 11e 1.2)

Figura 1a: Antihyperglycemic therapy in type 2 diabetes: general recommendations. The order in the chart was determined by historical availability and the route of administration, with injectables to the right; it is not meant to denote any specific preference. Potential sequences of antihyperglycemic therapy for patients with type 2 diabetes are displayed, with the usual transition moving vertically from top to bottom (although horizontal movement within therapy stages is also possible, depending on the circumstances). DPP-4-i, DPP-4 inhibitor; fxs, fractures; GI, gastrointestinal; GLP-1 RA, GLP-1 receptor agonist; GU, genitourinary; HF, heart failure; Hypo, hypoglycemia; SGLT2-i, SGLT2 inhibitor; SU, sulfonylurea; TZD, thiazolidinedione. *See ref. 21 for description of efficacy and cost categorization. §Usually a basal insulin (NPH, glargine, detemir, degludec)

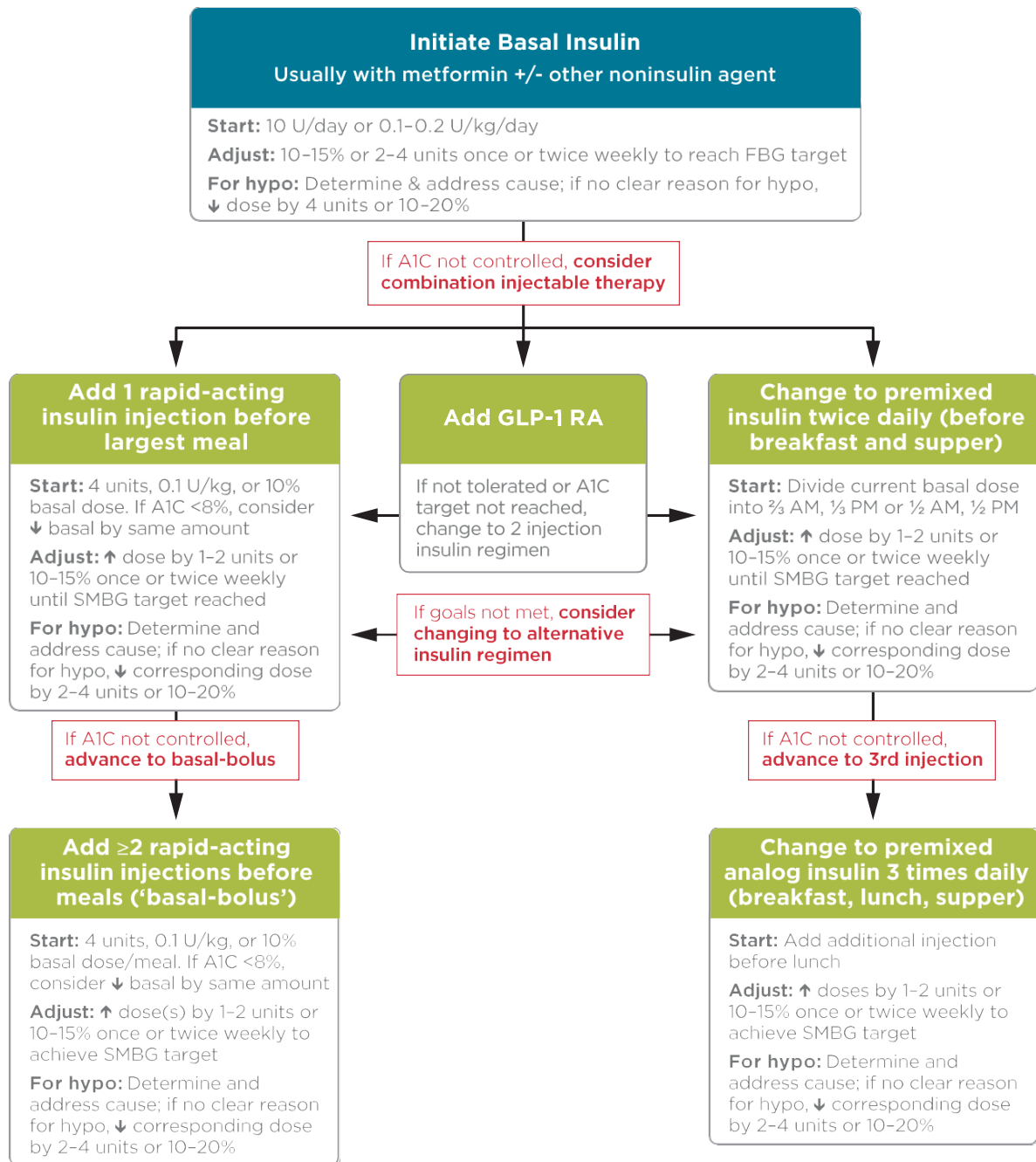


Figura 1b: Combination injectable therapy for type 2 diabetes. FBG, fasting blood glucose; GLP-1 RA, GLP-1 receptor agonist; hypo, hypoglycemia.

ANEXO 2

Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ)



Departamento de Enfermedades crónicas y Promoción de la Salud

Vigilancia y Prevención basada en la población

Organización Mundial de la Salud

20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27,

Suiza

Para más información:

www.who.int/chp/steps



Organización Mundial de la Salud

| Actividad física | | | |
|---|--|--|----------|
| <p>A continuación voy a preguntarle por el tiempo que pasa realizando diferentes tipos de actividad física. Le ruego que intente contestar a las preguntas aunque no se considere una persona activa.</p> <p>Piense primero en el tiempo que pasa en el trabajo, que se trate de un empleo remunerado o no, de estudiar, de mantener su casa, de cosechar, de pescar, de cazar o de buscar trabajo <i>[inserte otros ejemplos si es necesario]</i>. En estas preguntas, las "actividades físicas intensas" se refieren a aquéllas que implican un esfuerzo físico importante y que causan una gran aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco. Por otra parte, las "actividades físicas de intensidad moderada" son aquéllas que implican un esfuerzo físico moderado y causan una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco.</p> | | | |
| Pregunta | Respuesta | Código | |
| En el trabajo | | | |
| 49 | <p>¿Exige su trabajo una actividad física intensa que implica una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco, como <i>[levantar pesos, cavar o trabajos de construcción]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p>(INSERTAREJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</p> | <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 4</p> | P1 |
| 50 | En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades físicas intensas en su trabajo? | Número de días <input type="text"/> | P2 |
| 51 | En uno de esos días en los que realiza actividades físicas intensas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades? | <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p> | P3 (a-b) |
| 52 | <p>¿Exige su trabajo una actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar de prisa <i>[o transportar pesos ligeros]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p>(INSERTAREJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</p> | <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 7</p> | P4 |
| 53 | En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo? | Número de días <input type="text"/> | P5 |
| 54 | En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades? | <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p> | P6 (a-b) |
| Para desplazarse | | | |
| <p>En las siguientes preguntas, dejaremos de lado las actividades físicas en el trabajo, de las que ya hemos tratado. Ahora me gustaría saber cómo se desplaza de un sitio a otro. Por ejemplo, cómo va al trabajo, de compras, al mercado, al lugar de culto <i>[insertar otros ejemplos si es necesario]</i></p> | | | |
| 55 | ¿Camina usted o usa usted una bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos? | <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 10</p> | P7 |
| 56 | En una semana típica, ¿cuántos días camina o va en bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos? | Número de días <input type="text"/> | P8 |

| | | | |
|---|---|--|--------------|
| 57 | En un día típico, ¿cuánto tiempo pasa caminando o yendo en bicicleta para desplazarse? | Horas: minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins | P9 (a-b) |
| En el tiempo libre | | | |
| Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse, que ya hemos mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, fitness u otras actividades físicas que practica en su tiempo libre [inserte otro ejemplo si llega el caso]. | | | |
| 58 | ¿En su tiempo libre, practica usted deportes/fitness intensos que implican una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco como [correr, jugar al fútbol] durante al menos 10 minutos consecutivos? (INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES) | Sí 1 No 2 Si No, Saltar a P 13 | P10 |
| 59 | En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes/fitness intensos en su tiempo libre? | Número de días <input type="text"/> | P11 |
| 60 | En uno de esos días en los que practica deportes/fitness intensos, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades? | Horas: minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins | P12 (a-b) |

| SECCIÓN PRINCIPAL: Actividad física (en el tiempo libre) sigue. | | |
|--|--|--------------|
| Pregunta | Respuesta | Código |
| 61 ¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa, [ir en bicicleta, nadar, jugar al volleyball] durante al menos 10 minutos consecutivos? (INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES) | Sí 1 No 2 Si No, Saltar a P16 | P13 |
| 62 En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre? | Número de días <input type="text"/> | P14 |
| 63 En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades? | Horas: minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins | P15 (a-b) |
| Comportamiento sedentario | | |
| La siguiente pregunta se refiere al tiempo que suele pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con sus amigos. Se incluye el tiempo pasado [ante una mesa de trabajo, sentado con los amigos, viajando en autobús o en tren, jugando a las cartas o viendo la televisión], pero no se incluye el tiempo pasado durmiendo. (INSERTAR EJEMPLOS) (UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES) | | |
| 64 ¿Cuánto tiempo suele pasar sentado o recostado en un día típico? | Horas: minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins | P16 (a-b) |



Organización
Mundial de la Salud

ANEXO 3

Versión 2.0
Agosto 2016

Fecha: 7 de

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación

Correlación entre el control metabólico y nivel de actividad física en sujetos adultos con Diabetes Mellitus Tipo 1, pertenecientes al Hospital Clínico San Borja Arriarán

Nombre del investigador principal:

Kabir Prem Sadarangani Khianey (Kinesiólogo) Teléfono 79872855

Nombre de los coinvestigadores:

Astrid Von Oetinger (Kinesióloga)

Dr. Nestor Soto Isla/ Monitor (Doctor)

Amapola Aguilar Oyarce/ co-investigador 1 (Estudiante)

Daniela Benítez Saavedra/ co-investigador 2 (Estudiante)

Catalina Jorquera Donoso/ co-investigador 2 (Estudiante)

Instituciones: Universidad Nacional Andrés Bello, Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Escuela de Kinesiología, Campus Casona Las Condes - Hospital Clínico San Borja Arriarán.

Teléfonos: 02-6618402

INVITACIÓN A PARTICIPAR

Le estamos invitando a participar en el proyecto de investigación **“Correlación entre el control metabólico y nivel de actividad física en sujetos adultos con Diabetes Mellitus**

Tipo 1, pertenecientes al Hospital Clínico San Borja Arriarán” debido a la necesidad de aumentar el conocimiento sobre la relación entre el control metabólico y nivel de actividad física.

Además con esto tendremos la evidencia necesaria para asociar el nivel de actividad física que se relaciona con un buen control de la enfermedad en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 1.

Objetivos: Esta investigación tiene por objetivo saber la correlación entre el control metabólico y nivel de actividad física en sujetos adultos con Diabetes Mellitus Tipo 1, pertenecientes al Hospital Clínico San Borja Arriarán.

Procedimientos: Si usted acepta será sometido a los siguientes procedimientos:

1. Se revisará el examen de hemoglobina glicosilada y perfil lipídico en la ficha clínica.
2. Deberá responder un cuestionario sobre actividad física (GPAQ), el cual durará aproximadamente entre 5 y 8 minutos y será realizado por uno de los cuatro investigadores.
3. Deberá responder 2 cuestionarios adicionales sobre alcohol y tabaco, además de una pregunta relacionada con el mayor año de estudios cursado
4. Se someterá a cuatro mediciones, las cuales son presión arterial, peso, estatura y perímetro de cintura.

Riesgos: El proyecto no presenta riesgos ni complicaciones para usted.

Costos: El proyecto no tendrá costo alguno para usted.

Beneficios: Usted estará entregando información importante para el progreso del conocimiento y el mejor tratamiento en personas con Diabetes Mellitus Tipo 1.

Alternativas: Si usted decide no participar de esta investigación está en todo su derecho.

Compensación: Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación en el estudio. Se le reembolsará la movilización cuando requiera acudir en una fecha fuera de los controles habituales.

Confidencialidad: Toda la información obtenida en esta investigación será conservada en forma de estricta confidencialidad. Para cada sujeto se asignará una codificación numérica con el objetivo de resguardar la identidad de los participantes. Los datos recolectados

serán almacenados en un computador privado con clave de seguridad, al cual solo tendrán acceso los miembros que componen el grupo de investigación, cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima.

Información adicional: En caso de que surja algún nuevo conocimiento o complicación durante el desarrollo del estudio que pueda afectar su voluntad de continuar participando en la investigación, se le informará tanto a usted como a su médico tratante.

Voluntariedad: La participación es totalmente voluntaria y puede retirarse en cualquier momento comunicándoselo al investigador. De igual manera, el investigador podrá determinar su retiro del estudio si considera que esta decisión va en su beneficio.

Complicaciones: Este estudio no presenta complicaciones para usted.

Derechos del participante: Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio puede llamar a:

Investigador principal: Kabir Prem Sadarangani K. (Universidad Nacional Andrés Bello; Fono: 79872855)

Comité Ético Científico del Servicio de Salud Metropolitano Central: Presidente Emiliano Soto Romo. Dirección Victoria Subercaseaux 381 Santiago Centro. Teléfonos 225746943/225743520.

Conclusión

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar de la investigación **“Correlación entre el control metabólico y nivel de actividad física en sujetos adultos con Diabetes Mellitus Tipo 1, pertenecientes al Hospital Clínico San Borja Arriarán”**.

| | |
|--|------------------------|
| _____ Nombre del Participante | _____ Firma y Fecha |
| _____ Nombre del Investigador Principal | _____ Firma y Fecha |
| _____ Ministro de Fe | _____ Firma y Fecha |
| _____ Nombre Director del Establecimiento/Representante | _____ Firma y Fecha |

ANEXO 4

Versión 2
2016

Fecha: 31 Agosto de

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación

Correlación entre control metabólico y nivel de actividad física en sujetos mayores de 18 años con Diabetes Mellitus Tipo 2, del Hospital El Pino

Nombre del investigador principal:

Kabir Prem Sadarangani Khianey (Kinesiólogo) Teléfono 979872855

Nombre de los coinvestigadores:

Astrid Von Oetinger/Coordinadora (Kinesióloga)

Claudio Mora / Monitor (Doctor)

Felipe Solis/ co-investigador 1 (Estudiante)

Omar Valdés / co-investigador 2 (Estudiante)

Francisca Valenzuela/ co-investigador 3 (Estudiante)

Camila Soto/ co-investigador 4 (Estudiante)

Belen Cruzat/ co-investigador 5 (Estudiante)

Natalia Roa/co-investigador 6 (Estudiante)

Tania Marshall/ co-investigador 7 (Estudiante)

Instituciones: Universidad Andrés Bello, Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Escuela de Kinesiología, Campus Casona Las Condes - Hospital El Pino

Teléfono: 02-26618402 (Investigador Principal)

INVITACIÓN A PARTICIPAR

Te estamos invitando a participar en el proyecto de investigación *“Correlación entre control metabólico y nivel de actividad física en sujetos mayores de 18 años con Diabetes Mellitus Tipo 2, del Hospital El Pino”* debido a la necesidad de aumentar el conocimiento sobre el nivel de actividad física y el respectivo control metabólico.

Además con esto tendremos la evidencia necesaria para establecer la necesidad de complementar la actividad física como parte fundamental del tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2.

Antes de tomar la decisión de participar en la investigación, lea cuidadosamente este formulario de consentimiento.

Objetivos: Esta investigación tiene por objetivo saber si existe correlación entre control metabólico y el nivel de actividad física en sujetos mayores de 18 años que presentan usuarios con diabetes mellitus tipo 2, pertenecientes al Hospital El Pino.

Procedimientos: Si Ud acepta será sometido a los siguientes procedimientos:

1. Se revisará su examen de hemoglobina glicosilada y perfil lipídico en la ficha clínica.
2. Deberá responder un cuestionario sobre actividad física (GPAQ), el cual durará aproximadamente entre 5 y 8 minutos y será realizado por uno de los investigadores.
3. Deberá responder 2 cuestionarios adicionales sobre alcohol y tabaco, además de una pregunta relacionada con el último año escolar cursado.
4. Se someterá a cuatro mediciones, las cuales son presión arterial, peso, estatura y perímetro de cintura.

Riesgos y Complicaciones: El proyecto no presenta riesgos ni complicaciones para usted.

Costos: El proyecto no tendrá costo alguno para usted.

Beneficios: Usted está contribuyendo a las futuras investigaciones para el progreso del conocimiento y el mejor tratamiento en usuarios con Diabetes Mellitus Tipo 2.

Alternativas: En el caso que usted no quiera participar en este proyecto está en todo su derecho.

Compensación: Usted no recibirá ninguna compensación económica ni de otro tipo por la participación en el estudio. Se le reembolsará la movilización cuando requiera acudir en una fecha fuera de los controles habituales.

Confidencialidad: Toda la información obtenida en esta investigación será conservada en forma de estricta confidencialidad. Para cada sujeto se asignará una codificación numérica con el objetivo de resguardar la identidad de los participantes. Los datos recolectados serán almacenados en un computador privado con clave de seguridad, al cual solo tendrán acceso los miembros que componen el grupo de investigación, cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima.

Información adicional: En caso de que surja algún nuevo conocimiento o complicación durante el desarrollo del estudio que pueda afectar su voluntad de continuar participando en la investigación, se le informará tanto a usted como a su médico tratante.

Voluntariedad: La participación en este proyecto es totalmente voluntaria y usted podrá retirarse en cualquier momento comunicándolo al investigador. De igual manera, el investigador podrá determinar su retiro del estudio si considera que esa decisión va en su beneficio.

Derechos del participante: Si usted requiere de cualquier otra información sobre su participación en este estudio puede escribirnos a:

Investigador principal: Kabir Prem Sadarangani (Universidad Nacional Andrés Bello; Fono: 979872855).

Comité Ético Científico del Servicio de Salud Metropolitano Sur: Presidente del Comité de Ética de la Investigación del Servicio de Salud Metropolitano Sur, Dra Verónica Rivera Sciaraffia. Dirección del Comité: Correo veronica.rivera@redsalud.gov.cl, fono:5763850.

Conclusión

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el proyecto
“Correlación entre control metabólico y nivel de actividad física en sujetos mayores de 18 años con Diabetes Mellitus Tipo 2, del Hospital El Pino”

Nombre del Participante

Firma y Fecha

Nombre del Investigador Principal

Firma y Fecha

Ministro de Fe

Firma y Fecha

Nombre Director del Establecimiento/Representante

Firma y Fecha

ANTECEDENTES

PERSONALES

Kabir Prem Sadarangani Khianey

PhD en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte – Universidad Autónoma de Madrid

MSc. Salud y Sociedad, Salud y Epidemiología – University College London

Mg. Terapia Manual Ortopédica – Universidad Andrés Bello

Kinesiólogo

ANTECEDENTES PERSONALES

Fecha de nacimiento: 4 de Julio de 1982
RUT: 14.613.739-3
Nacionalidad: Español
Estado Civil: Casado
Dirección: Cruz del Sur 303, Las Condes
Teléfono de contacto: (7) 9872855
E-mail: kabir.sadarangani@gmail.com

FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN DE PREGRADO:

- 2001-2006** **Titulado Kinesiología**, con distinción unánime.
Universidad Andrés Bello, Facultad de Ciencias de la Rehabilitación
- 1994-2000** Educación Básica y Media: Colegio **The Redland School**, Las Condes, Santiago. Premio a la Excelencia Académica.
- 1985-1994** Educación Preescolar y Básica: Colegio "Canterbury School", Gran Canaria, España.

EDUCACIÓN DE POSTGRADO:

- 2016-Hasta hoy** **PhD en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte:** Universidad Autónoma de Madrid, España.
- 2016** **Curso:** Primer curso Internacional de Investigación en Actividad Física y Salud Pública, 40 horas, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.
- 2015-2016** **Diplomado:** Docencia Universitaria, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.
- 2015** **Curso:** NIH Web-based training course “Protecting Human Research Participants”, (ONLINE).
- 2015** **Curso:** Basic Life Support American Heart Association, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.
- 2013** **Curso:** Cased Based Introduction to Biostatistics, Johns Hopkins University, Bloomberg School of Public Health (Online), Baltimore, Estados Unidos.
- 2011-2012** **Master:** MSc. Health and Society; Social Epidemiology. Salud y Sociedad; Epidemiología Social: Departamento de Epidemiología, Población y Salud Social, University College London, Londres, Reino Unido.
- 2009-2010** **Diplomado:** "Fisiopatología del Sistema Musculo-esquelético, Cráneo-mandibular, Cráneo-cervical Y Dolor Facial del Paciente Adulto", rendido con distinción Cum Laude (190 horas), Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.
- 2006-2008** **Magíster:** Terapia Manual Ortopédica (TMO), University of Saint Augustine, rendido con Distinción Magna Cum Laude, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

2007-2008 **Curso:** Técnicas de Movilización Neuromuscular y Visceral TMO, rendido con Distinción Máxima (50 horas), University of Saint Augustine, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

2006-2007 **Diplomado:** Terapia Manual Ortopédica, "Fisiopatología de las Disfunciones de la Columna Vertebral", rendido con Distinción Magna Cum Laude (180 horas), University of Saint Augustine, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

2005-2006 **Diplomado:** Terapia Manual Ortopédica, "Técnicas de Evaluación y Manipulación de Extremidades y Tejidos Blandos", realizado en forma paralela al Internado Clínico, rendido con Distinción Summa Cum Laude (130 horas), University of Saint Augustine, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

CARGOS ACTUALES

| | |
|-------------------------------|--|
| Marzo 2019–Hasta hoy | Contrato Docente – Investigador. Universidad San Sebastián |
| Enero 2017–Hasta hoy | International Society for Physical Activity and Health. Comité de Comunicaciones |
| Octubre 2015–Hasta hoy | Universidad Mayor. Asesor Metodológico de Investigación para los Magísteres de Geriatría Fisiología Clínica del Ejercicio. |
| Marzo 2014–Hasta hoy | Universidad San Sebastián. Coordinador de Metodología de la Investigación. |

CARGOS PASADOS

- 2006 – Marzo 2014** - Kinesiólogo y Coordinador del Área de Kinesiología, Centro Médico Integramédica Alameda, Área Traumatológica y Terapia Manual Ortopédica Adulto/Niños.
- Encargado del proceso de acreditación del servicio de Kinesiología a la Superintendencia de salud como centro ambulatorio certificado.
 - Planificación y proposición de prestaciones kinésicas específicas y de AUGES para patologías de índole músculo esqueléticas y respiratorias.
 - Organización de reuniones clínicas con los médicos y traumatólogos para mejorar la comunicación, el flujo, eficacia y efectividad en el tratamiento de los pacientes.
 - Instrucción de técnicos paramédicos en las funciones del servicio de kinesiología.

2010-2011 Kinesiólogo Kinesics Centro de Atención Kinésica e Multidisciplinaria, Área Estomatognático Traumatológica Adulto/Niños.

2006 Kinesiólogo Kinemed, Área Traumatológica y Respiratoria.

DOCENCIA ACADÉMICA

POSTGRADO

2019-Hasta hoy Docente Postgrado Universidad San Sebastián, Santiago.
Módulo de Salud Pública y Metodología de la Investigación, Magíster en Nutrición Clínica.

2015-Hasta hoy Docente Postgrado Universidad Mayor, Santiago.
Módulo de Metodología de la Investigación, Magíster en Fisiología Clínica del Ejercicio.

| | |
|-----------------------|--|
| 2015-Hasta hoy | Docente Postgrado Universidad Mayor, Santiago. Módulo de Metodología de la Investigación, Magíster en Geriatria. |
| 2015-2017 | Docente Postgrado Universidad Andrés Bello, Santiago. Módulo de Metodología de la Investigación, Magíster en Terapia Manual Ortopédica. |
| 2015-2017 | Docente Postgrado Universidad Andrés Bello, Santiago. Módulo de Metodología de la Investigación, Magíster en Dolor Craneo-Cervical, Craneo-Mandibular y Dolor Facial. |
| 2015-2017 | Docente Postgrado Universidad San Sebastián, Santiago. Módulo de Salud Pública, Magister en Kinesiología Cardio-Respiratorias. |
| 2014-2017 | Docente Postgrado Universidad San Sebastián, Santiago. Módulo de Metodología de la Investigación, Diplomado en Neonatología. |
| 2013 | Docente Postgrado Universidad Andrés Bello, Santiago. Asignatura Metodología de la Investigación, Magíster en Intervenciones Terapéuticas Respiratorias. |
| 2011 | Ayudante de docencia Postgrado Universidad Andrés Bello, Santiago. Diplomado "Fisiopatología de las Disfunciones de la Columna Vertebral". |

PREGRADO

| | |
|-----------------------|---|
| 2019-Hasta hoy | Docente Universidad Autónoma de Chile, Santiago. Asignatura Bioestadísticas. |
| 2014–Hasta hoy | Docente Universidad Nacional Andrés Bello, Instituto de Salud Pública. Asignaturas Salud Pública I, Salud Pública II, Tópicos de Investigación en Salud. Docente de la Facultad de Medicina, Odontología, Enfermería, Kinesiología y Terapia Ocupacional. |
| 2014–Hasta hoy | Docente Universidad San Sebastián, Santiago. Asignatura Metodología de la Investigación I, II y Seminario de Investigación, carrera de Kinesiología. |
| 2014–Hasta hoy | Docente Universidad Diego Portales, Santiago. Asignatura Salud Pública, II año de la carrera de Kinesiología. |
| 2014-2017 | Docente Universidad San Sebastián, Santiago. Asignatura Salud Pública, II año de la carrera de Kinesiología. |
| 2013-2017 | Docente Universidad Andrés Bello, Santiago. Asignatura Proceso Investigativo, IV año de la carrera de Kinesiología. |
| 2015 | Docente Universidad Nacional Andrés Bello, Santiago. Asignatura Análisis Cuanti-Cualitativo, II año de la carrera de Kinesiología. |
| 2014 - 2015 | Docente Universidad San Sebastián, Santiago. Asignatura Técnicas Kinésicas de Tratamiento en Traumatología, III año de la carrera de Kinesiología. |
| 2013 | Docente Universidad Andrés Bello, Santiago. Asignatura Seminario de Título, V año de la carrera de Kinesiología. |

2010-2011 Docente Universidad Andrés Bello, Santiago.
Asignatura de Terapia Manual Ortopédica, IV año de la carrera de Kinesiología.

2009 Docente Universidad Andrés Bello, Santiago.
Instrucción a alumnos de V año en cuanto destrezas en las áreas de Traumatología y Kinesiología Deportiva durante su Internado Clínico.

CONCURSOS NACIONALES ADJUDICADOS

2018 Beca Iberoamérica de Santander Universidades

2017 Fondecyt Regular "Bicicletas públicas: efectos urbanos, en la salud y en la movilidad de las personas". N° 1171232.

2011 Becas Chile Magister en el Extranjero

PUBLICACIONES

PUBLICACIONES 2014

Sadarangani KP, Hamer M, Mindell J, Coombs N, Stamatakis E. Physical activity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in diabetic adults: pooled analysis of ten population-based cohorts from Great Britain. Diabetes Care Volume 37, 2014 (Factor de Impacto 8.42).

PUBLICACIONES 2016

Aguilar-Farías N, Cortínez A, Leppe-Zamora J, Balboa T, Cobos C, Lemus N, **Sadarangani KP**, et al. Reporte de notas de actividad física en Chile: Contribuyendo en una iniciativa global por niños y adolescentes más activos. Rev Med Chil [Internet]. 2016 Feb [cited 2016 Dec 28]; 144(2):267–8 (Factor de Impacto 0.46).

Aguilar-Farias N, Cortinez-O’Ryan A, **Sadarangani KP**, Von Oetinger A, Leppe J, Valladares M, et al. Results From Chile’s 2016 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. J Phys Act Heal [Internet]. 2016 Nov. 13(11 Suppl 2):S117- S123 (Factor de Impacto 1.72).

Astrid Von Oetinger, **Sadarangani KP**, Sofía P. Salas. “Conflictos éticos en las autorías de trabajos científicos”. Rev Med Chile 2016; 144: 1473-1478 (Factor de Impacto 0.46).

PUBLICACIONES 2017

Cortínez A, **Sadarangani KP**, Aguilar-Farías N, Albagli A. Reclaiming streets for outdoor play: a process and impact evaluation of Juega en tu Barrio, an intervention to increase physical activity and opportunities to play. PLOS ONE (Factor de Impacto 2.77).

Chávez MJ, **Sadarangani KP**, Villanueva B, Valdés O, Martínez M. Correlación entre el nivel de actividad física y control metabólico en usuarios diabéticos mellitus tipo 2 pertenecientes a la Asociación de Diabéticos de Chile, 2014-2015. Archivos de la Sociedad Chilena de Medicina del Deporte.

PUBLICACIONES 2018

Sanchez-Martinez J, Santos-Lozano A, Garcia-Hermoso A, **Sadarangani KP**, Cristi-Montero C, Effects of beta-hydroxybeta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in highly trained and elite athletes: A metaanalysis of randomized controlled trials. Journal of Science and Medicine in Sport (Factor de Impacto 3.93).

Sadarangani KP, Von Oetinger A, Cristi-Montero C, Cortínez-O'Ryan A, Aguilar-Farías N, Martínez-Gómez D, Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin-America: A cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009-2010. Preventive Medicine (Factor de Impacto 3.48)

Aguilar-Farias N, Martino-Fuentealba P, Carcamo-Oyarzun J, Cortinez-O'Ryan A, Cristi-Montero C, Von Oetinger A, **Sadarangani KP**, A regional vision of physical activity, sedentary behaviour and physical education in adolescents from Latin America and the Caribbean: results from 26 countries. International Journal of Epidemiology (Factor de Impacto 8.36)

Trujillo LM, Salas C, Von Oetinger A, Torres-Castro R, **Sadarangani KP**, Cambios en índice de masa corporal en pacientes portadores de apnea del sueño a un año de tratamiento con dispositivo de presión de aire positiva continua (CPAP). Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias (SCOPUS) Martínez-Gomez D, Guallar-Castillon P, Higuera-Fresnillo S, Banegas JR, **Sadarangani KP**, Rodríguez-Artalejo F. A healthy lifestyle attenuates the effect of polypharmacy on total and cardiovascular mortality: a national prospective cohort study. Scientific Reports (Factor de Impacto 4.122)

Olivares-Arancibia J, Solis-Urra P, Rodríguez-Rodríguez F, Santos-Lozano A, Sanchez-Martinez J, Martín-Hernández J, Zurita-Corvalán N, **Sadarangani KP**, Cristi-Montero C, A single bout of whole-body vibration improves hamstring flexibility in university athletes: A randomized controlled trial. Journal of Human Sport and Exercise (SCOPUS 0.39)

Aguilar-Farias N, Miranda-Marquez S, **Sadarangani KP**, Martino-Fuentealba P, Cristi-Montero C, Carcamo-Oyarzun J, Delgado-Floody P, Chandia-Poblete D, Mella-Garcia C, Rodríguez-Rodríguez F, Von Oetinger A, Balboa-Castillo T, Peña S, Cuadrado C, Bedregal P, Celis-Morales C, García-Hermoso A, Cortinez-O'Ryan A. Results from Chile's 2018 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. Journal of Physical Activity and Health (Factor de Impacto 2.08)

Higueras-Fresnillo S, Cabanas-Sánchez V, Lopez-García E, Esteban-Cornejo I, Banegas JR, **Sadarangani KP**, RodriguezArtalejo F, Martinez-Gomez D. Physical Activity and Association Between Frailty and All-Cause and Cardiovascular Mortality in Older Adults: Population-Based Prospective Cohort Study: Physical activity, frailty and mortality in elderly. Journal of the American Geriatrics Society (Factor de Impacto 4.16)

Martinez-Gomez D, Esteban-Cornejo I, Lopez-Garcia E, García-Esquinas E, **Sadarangani KP**, Veiga OL, Rodriguez-Artalejo F. Physical activity less than the recommended amount may prevent the onset of major biological risk factors for cardiovascular disease: a cohort study of 198 919 adults. British Journal of Sports Medicine (Factor de Impacto 11.6)

PUBLICACIONES 2019

Cristi-Montero C, **Sadarangani KP**, Garrido-Méndez A, Poblete-Valderrama F, Díaz-Martínez X, Celis-Morales C. Relationship between levels of physical activity and sedentarism with metabolic syndrome. ENS Chile 2009-2010. Salud Publica de México (Factor de Impacto 1.0)

Sadarangani KP, Von Oetinger A, Soto Isla N, Martínez-Gómez D. Leisure time physical activity is associated with better metabolic control in adults with type 1 and type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study from two public hospitals in Chile. Primary Care Diabetes (Factor de Impacto 2.01)

Solis-Urra P, Olivares-Arancibia J, Suarez-Cadenas E, Sanchez-Martinez J, Rodríguez-Rodríguez F, Ortega FB, Esteban-Cornejo I, Cadenas-Sanchez C, Castro-Piñero J, Veloz A, Chabert S, **Saradangani KP**, Zavala-Crichton JP, Migueles JH, Mora-Gonzalez J, Quiroz-Escobar M, Almonte-Espinoza D, Urzúa A, Dragicevic CD, Astudillo A, Méndez-Gassibe E, Riquelme-Urbe D, Azagra MJ, Cristi-Montero C: Study protocol and rationale of the "Cogni-action project" a cross-sectional and randomized controlled trial about physical activity, brain health, cognition, and educational achievement in schoolchildren. BMC Pediatrics (Factor de Impacto 2.77)

Cabanas-Sánchez V, De la Cámara MA, **Sadarangani KP**, Higuera-Fresnillo S, Martínez-Gómez D. Associations of daily activities measured by a pattern-recognition activity monitor with overall and abdominal obesity in older people: the IMPACT65+ study. International Journal of Obesity (Factor de Impacto 5.544)

Sadarangani KP, Cabanas-Sánchez V, Von Oetinger A, Cristi-Montero C, Aguilar-Farías N, Higuera-Fresnillo S, De la Cámara MA, Suarez-Villadat B, Martínez-Gómez D. Substituting sedentary time with physical activity domains: An isothermal substitution analysis in Chile (Factor de Impacto 2.58)

REVISIONES PEER-REVIEW ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDICINE

Soligard, Torbjørn; Steffen, Kathrin; Palmer, Debbie; Alonso, Juan Manuel; Bahr, Roald; Lopes, Alexandre; Dvorak, Jiri; Grant, Marie-Elaine; Meeuwisse, Willem; Mountjoy, Margo; Costa, Leonardo; Salmina, Natalia; Budgett, Richard; Engebretsen, Lars. Sports Injuries and illnesses in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games (Factor de Impacto 6.557).

JOURNAL OF CLINICAL ENDOCRINOLOGY & METABOLISM

Jennifer Panosian, BA; Su-Ann Ding, MD; Marlene Wewalka, MD; Donald C Simonson, MD, MPH, ScD; Ann Goebel-Fabbri, PhD; Kathleen Foster, RN; Florencia Halperin, MD; Ashley Vernon, MD; Allison B Goldfine, MD. Physical Activity in Obese Type 2 Diabetes Following Randomization to Gastric Bypass vs. Medical Weight Management (Factor de Impacto 6.21).

JOURNAL OF TRANSPORT AND HEALTH

GUÍAS NACIONALES

- 2017** Recomendaciones de Actividad Física para personas con Comorbilidad.
Sadarangani KP, Von Oettinger A, Cristi-Montero C, Cheire J, Soto-Isla N, et al. Ministerio de Salud. Gobierno de Chile.

CONVENIOS INSTITUCIONALES

- 2019** Contraparte del Convenio Marco de colaboración entre el Ministerio del Deporte (MINDEP) y la Universidad San Sebastián.
- 2018** Contraparte del Convenio Marco de colaboración entre la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) y la Universidad San Sebastián.

PRESENTACIÓN EN CONGRESOS Y JORNADAS

- 2018** Título: "Leisure Time Physical Activity is associated with better Metabolic Control in Chilean patients with Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus. Presentación Oral. VII Congreso de la Sociedad Internacional de Actividad Física y Salud Pública. Londres, Reino Unido.
- 2018** Título: Effects of replacing Sedentary Behavior with different Physical Activity domains on Obesity Indicators: A cross sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009-2010. Presentación tipo Poster. VI Simposio Exernet "Investigación en Ejercicio, Salud y Bienestar: Exercise is Medicine. Pamplona, España.
- 2018** Título: Transporte Activo y Síndrome Metabólico. Presentación Oral. III Simposio de Investigación en Actividad Física para la Salud, organizado por la carrera de Educación Física de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

- 2017** Título: “Beneficial association between active travel and metabolic syndrome in Latin-America: A cross-sectional analysis from the Chilean National Health Survey 2009-2010”. Presentación Oral. VII Congreso Internacional de Ciencias del Ejercicios, Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile. Premio al Segundo Mejor Trabajo.
- 2017** Título: “Alianza Global por Niños y Adolescentes más Activos - Notas Actividad Física Chile 2016”. Presentación oral. Segundo Simposio Internacional de Ciencias del Ejercicio y la Actividad Física, Universidad Mayor, Chile.
- 2016** Título: “Association between Leisure Time Physical Activity and Diabetes Mellitus: the Chilean National Health Survey, 2009-2010”. Presentación tipo Poster. VI Congreso de la Sociedad Internacional de Actividad Física y Salud Pública. Bangkok, Tailandia.
- 2016** Título: “Does an after school open street intervention increase children’s outdoor play and physical activity levels? The case study of the intervention Juega en tu barrio de Chile”. Presentación oral. VI Congreso de la Sociedad Internacional de Actividad Física y Salud Pública. Bangkok, Tailandia.
- 2016** Título: “Beneficial association between Active Commuting and Metabolic Syndrome: the Chilean National Health Survey, 2009-2010”. Presentación tipo Poster. VI Congreso de la Sociedad Internacional de Actividad Física y Salud Pública. Bangkok, Tailandia.
- 2016** Título: “Reporte de Notas en Actividad Física en Escolares Chilenos” Presentación oral. Primer Simposio Internacional de Ciencias del Ejercicio y la Actividad Física, Universidad Mayor, Chile.

- 2015** Título: “Asociación entre actividad física en tiempo libre y riesgo de padecer Diabetes: Encuesta Nacional de Salud, Chile 2009-2010”
Presentación oral. Congreso XXV Iberoamericano de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Santiago, Chile.
- 2015** Título: “Efecto del ejercicio aeróbico en intervalos de intensidad variable sobre la oxidación de grasas” Presentación oral. Congreso XXV Iberoamericano de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Santiago, Chile.
- 2015** Título: “Asociación entre actividad física en tiempo libre y riesgo de padecer Diabetes: Encuesta Nacional de Salud, Chile 2009-2010”
Presentación tipo poster. XXVI Congreso Chileno de Endocrinología y Diabetes, Concepción, Chile.
- 2015** Título: “Asociación y Correlación entre Control Metabólico y Nivel de Actividad Física en Pacientes Adultos con Diabetes tipo 1” XXVI Congreso Chileno de Endocrinología y Diabetes, Concepción, Chile.
- 2015** Título: “Nivel de Actividad Física y Diabetes” Presentación oral, Universidad San Sebastián, Chile.
Presentado en: Primeras Jornadas Internacionales de Actividad Física, Ejercicio y Deporte en las Políticas Públicas de Salud.
- 2014** Título: “Actividad Física y Riesgo/Mortalidad Cardiovascular” Presentación oral, Universidad Diego Portales, Chile.
Presentado en: Primera Jornada de Salud y Actividad Física.
- 2009** Título: “Teleradiografía Cervical y Algias Craneales” Presentación oral, Universidad del Mar, Chile.
Presentado en: Congreso de Kinesioterapia en Columna Cervical y Trastornos Temporomandibulares.

2009 Título: “Manejo Miofascial de Cintura Escapular y Columna” Presentación oral, Universidad del Mar, Chile. Presentado en: Congreso de Kinesioterapia en Columna Cervical y Trastornos Temporomandibulares.

2009 Título: “Terapia Manual en la Disfunción Temporo-Mandibular” Presentación oral, Universidad del Mar, Chile. Presentado en: Congreso de Kinesioterapia en Columna Cervical y Trastornos Temporomandibulares.

ORGANIZACIÓN DE EVENTOS ACADÉMICOS

2018 Organizador de “II Jornada Internacional de Actividad Física en Niños, Niñas y Adolescentes”, Universidad San Sebastián, Chile.

2017 Miembro del equipo organizador del “Lanzamiento del Reporte de Notas en Actividad Física en Escolares y Adolescente Chilenos 2016”, Santiago, Chile.

2016 Comisión Científica del Primer Simposio Internacional de Ciencias del Ejercicio y la Actividad Física, Universidad Mayor, Chile.

2015 Organizador Principal de las “Primeras Jornadas Internacionales de Actividad Física, Ejercicio y Deporte en las Políticas Públicas de Salud”. Universidad San Sebastián, Chile.

PASANTÍAS INTERNACIONALES

2004 Enero-Febrero. Pasantía Clínica en ICOT (Instituto Canario de Ortopedia y Traumatología), Las Palmas de Gran Canaria, España.

IDIOMAS

- **INGLÉS:** Nivel Avanzado de Comprensión, Conversación, Escritura y Lectura.
2011 IELTS Academic
2000 International Baccalaureate (IB).
1998 First Certificate (FC).
1996 Preliminary English Test (PET).

- **FRANCÉS:** Attestation de Reussite (D.E.L.F), nivel 1.

INFORMÁTICA

- Windows.
- SAP.
- Software Estadístico STATA.
- Procesadores de Texto: Microsoft Word y Hojas de Cálculo: Excel.
- Internet.